

SKRIPSI

**ANALISIS KEBUTUHAN TRAFFIC LIGHT PADA SIMPANG
TAK BERSINYAL JL. PATIMURA - JL. TRUNOJOYO
KOTA MALANG**



Disusun oleh :

WAHYU CATUR PAMUNGKAS
(12.21.030)

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2016

SKRIPSI
ANALISIS KEBUTUHAN TRAFFIC LIGHT PADA SIMPANG
TAK BERSINYAL JL. PATIMURA – JL. TRUNOJOYO
KOTA MALANG



Disusun oleh :
WAHYU CATUR PAMUNGKAS
(12.21.030)

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2016

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

**ANALISIS KEBUTUHAN TRAFFIC LIGHT PADA SIMPANG
TAK BERSINYAL JL. PATIMURA – JL. TRUNOJOYO
KOTA MALANG**

*'Disusun dan Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik S-1
Institut Teknologi Nasional Malang*

Disusun Oleh:

WAHYU CATUR PAMUNGKAS

NIM : 12.21.030

Menyetujui:

Dosen Pembimbing I

Dr. Ir. Nusa Sebayang, MT

Dosen Pembimbing II

Drs. Kamidjo Rahardjo, ST, MT.

Mengetahui:

**Ketua Program Studi
Teknik Sipil S-1 ITN Malang**



Ir. A. Agus Santosa, MT

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2016

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

**ANALISIS KEBUTUHAN TRAFFIC LIGHT PADA SIMPANG
TAK BERSINYAL JL. PATIMURA – JL. TRUNOJOYO
KOTA MALANG**

*Dipertahankan Di hadapan Majelis Penguji Sidang Skripsi
Jenjang Strata Satu (S-1)
Pada Hari : Jumat
Tanggal : 12 Agustus 2016
Dan Diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik*

Disusun Oleh:

WAHYU CATUR PAMUNGKAS

NIM : 12.21.030

Disahkan oleh:

Ketua Program Studi
Teknik Sipil S-1 ITN Malang I

Ir. A. Agus Santosa, MT

Sekretaris

Ir. Munasih, MT

Anggota Penguji:

Dosen Penguji I

Ir. Agus Prajitno, MT

Dosen Penguji II

Ir. Togi H. Nainggolan, MS

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2016

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Wahyu Catur Pamungkas
NIM : 12.21.030
Program Studi : Teknik Sipil S-1
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP)

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya dengan judul :

ANALISIS KEBUTUHAN TRAFFIC LIGHT PADA SIMPANG TAK BERSINYAL JL PATIMURA – JL. TRUNOJOYO KOTA MALANG

Adalah benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan duplikat serta tidak mengutip atau menyadur seluruhnya dari karya orang lain, kecuali disebut dari sumber aslinya.

Apabila dikemudian hari terbukti tugas akhir ini hasil jiplakan atau mengambil karya tulis dan pemikiran orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, Agustus 2016

Yang Membuat Pernyataan



(Wahyu Catur Pamungkas)

ABSTRAK

Wahyu Catur Pamungkas, 2016 “Analisis Kebutuhan Traffic Light Pada Simpang Tak Bersinyal Jl. Patimura – Jl. Trunojoyo Kota Malang “ Dosen Pembimbing I : Dr. Ir. Nusa Sebayang, MT, Dosen Pembimbing II : Drs Kamidjo Rahardjo, ST., MT

Simpang Tak Bersinyal Jl. Patimura – Jl. Trunojoyo Kota Malang merupakan simpang empat lengan yang menghubungkan Jl. Patimura – Jl. Trunojoyo – Jl. Cokroaminoto. Terdapat beberapa pusat kegiatan disekitar simpang sehingga banyak masyarakat dan pengendara bermotor yang melewati simpang ini. Namun kondisi lalu lintas yang ada tidak teratur, terjadi tundaan dan antrian serta rawan sekali terjadi kecelakaan oleh karena itu diperlukan Analisis Kebutuhan Traffic Light Pada Simpang tak bersinyal Jl. Patimura – Jl. Trunojoyo, Kota Malang sehingga didapat solusi dalam mengatasi masalah kemacetan disimpang tersebut.

Data yang digunakan yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari hasil survey selama 3 hari yaitu hari Senin, 25 April 2016, Rabu, 27 April 2016 dan Sabtu, 30 April 2016 yang berupa data geometrik jalan, data volume lalu lintas, data tundaan, serta data panjang antrian. Lokasi Survey yaitu di simpang empat Jl. Patimura – Jl. Trunojoyo Kota Malang. Sedangkan data sekunder diperoleh dari dinas perhubungan dan BPS Kota Malang. Analisa dilakukan terhadap derajat kejenuhan, panjang antrian dan tundaan. Sebagai dasar analisa digunakan MKJI 1997.

Dari hasil analisis diketahui bahwa berdasarkan Alat Pemberi Isyarat Lampu Lalu Lintas (APILL), simpang tak bersinyal Jl. Patimura – Jl. Trunojoyo, Kota Malang perlu dipasang traffic light atau lampu pengatur lalu lintas karena kinerja simpang sudah tidak dapat melayani arus lalu lintas dengan baik, hal ini dapat ditunjukkan dengan hasil perhitungan yang telah dilakukan bahwa untuk rata-rata tundaan yang terjadi di persimpangan sebesar 42,913 det/kend, derajat kejenuhan (DS) = 0,583 sampai 1,081 > 0,85, dimana seharusnya nilai DS tidak melebihi 85 % dari kapasitas, arus total persimpangan yaitu sebesar 6144 kend/jam hingga 9831 kend/jam selama 9 jam dalam sehari, nilai ini juga sudah melebihi batas maksimum salah satu syarat perlu dilakukannya traffic light yaitu 750 kend/jam selama 8 jam. Sehingga perlu dilakukan untuk meningkatkan kinerja simpang, dari beberapa alternatif, dipilih alternatif pemasangan traffic light dengan 2 fase pada kondisi eksisting, dari solusi yang direkomendasikan di dapat nilai derajat kejenuhan (DS) = 0,151 sampai 0,847, tundaan rata-rata maksimum 21,779 det/kend dengan tingkat pelayanan C dan panjang antrian maksimum 98,470 m. Evaluasi kinerja simpang juga perlu dilakukan paling sedikit 3 bulan 1 kali sehingga kinerja simpang terus terpantau dengan harapan dapat memperlancar pergerakan arus lalu lintas pada simpang tak bersinyal Jl. Patimura – Jl. Trunojoyo Kota Malang dan para pengguna jalan bisa melewati simpang dengan aman dan nyaman.

Kata kunci : kemacetan, kinerja simpang, lampu lalu lintas

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat, taufik serta hidayahnya sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan Skripsi ini dengan baik dan tepat waktu.

Adapun tujuan Skripsi ini adalah untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan gelar strata satu (S-1), Fakultas teknik Sipil dan Perencanaan, Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang.

Dalam proses penyelesaian Laporan Skripsi ini, penyusun mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Dekan FTSP bapak Ir. H. Sudirman Indra, MSc.
2. Ketua Program Studi Teknik Sipil bapak Ir. A. Agus Santosa, MT.
3. Dosen pembimbing Skripsi bapak Dr. Ir. Nusa Sebayang, MT. dan Drs. Kamidjo Rahardjo, ST., MT.
4. Kedua Orang Tua tercinta yang selalu memberikan support baik moril maupun materil, serta doa sehingga terselesaikan Skripsi ini.
5. Teman – teman angkatan 2012 yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Dengan segala kerendahan hati penyusun menyadari bahwa dalam menyelesaikan Skripsi ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca sangat penyusun harapkan, akhir kata semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Malang, Agustus 2016

Penyusun

DAFTAR ISI

ABSTRAKSI	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix

Bab I : Pendahuluan

1.1 Latar belakang	1
1.2 Identifikasi masalah.....	3
1.3 Rumusan masalah	3
1.4 Lingkup Bahasan	4
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Tujuan Penulisan	5
1.7 Manfaat Penulisan	5

Bab II : Landasan Teori

2.1 Simpang Tak Bersinyal	7
2.2 Konflik Dan Pergerakan Pada Persimpangan.....	9
2.2.1 Konflik Pada Persimpangan	9
2.3 Jenis – Jenis Pengaturan Simpang.....	10
2.4 Data Masukan	11

2.5	Kapasitas Persimpangan Jalan.....	13
2.5.1	Kapasitas.....	14
2.5.2	Rasio Arus / Rasio Arus Jenuh	15
2.6	Tingkat Pelayanan Persimpangan Jalan	16
2.6.1	Kinerja Simpang	16
2.6.2	Derajat Kejenuhan	18
2.6.3	Tundaan	19
2.6.4	Peluang Antrian	21
2.7	Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL).....	21
2.7.1	Kriteria Pemasangan APILL.....	21
2.7.2	Jenis APILL	22
2.8	Berbagi Penerapan.....	22
2.9	Definisi Tipe Simpang Standar.....	23

Bab III : METODOLOGI STUDI

3.1	Lokasi Studi.....	25
3.2	Pengumpulan Data.....	28
3.2.1	Pengumpulan Data Primer	28
3.2.2	Pengumpulan Data Sekunder	28
3.3	Pelaksanaan Survey	28
3.3.1	Waktu Pengambilan Data	28
3.3.2	Langkah Pengamatan Data (Survey)	29
3.3.3	Jenis Survey	29

3.4	Metode Pengolahan Data.....	32
3.5	Titik Penempatan Surveyor	32
3.6	Flowchart (Bagan Alir).....	34

Bab IV : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1	Data Primer.....	36
4.1.1	Data Geometrik.....	36
4.1.3	Data Volume Lalu Lintas	37

Bab V: ANALISA DAN PEMBAHASAN

5.1	Analisa Simpang Tak Bersinyal.....	49
5.1.1	Analisa Volume Lalu Lintas Pada Jam puncak	49
5.1.2	Analisis Simpang Tak Bersinyal Menurut MKJI 1997.....	53
5.1.3	Evaluasi Kinerja Simpang Tak Bersinyal	69
5.1.4	Evaluasi Nilai Derajat Kejenuhan pada kondisi Eksisting	69
5.1.5	Evaluasi Nilai Tundaan pada kondisi Eksisting	72
5.2	Alternatif Untuk Perbaikan Kinerja Simpang.....	75
5.2.1	Alternatif 1 Perencanaan Menggunakan Lampu Lalu Lintas	75
5.3	Alternatif 2 Perencanaan Menggunakan Lampu Lalu Lintas	76
5.3.1	Skenario 1	76
5.3.2	Skenario 2	105
5.3.3	Skenario 3	108
5.4	Analisa Untuk yang Direkomendasikan.....	110
5.5	Rekomendasi yang Dipilih	113

Bab IV: KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan116

6.2 Saran118

Daftar Pustaka

Lampiran

DAFTAR TABEL

2.1	Batas nilai variasi dalam data empiris untuk variable masukan	8
2.2	Faktor ekivalen penumpang.....	12
2.3	Ringkasan variable-variabel masukan model kapasitas.....	15
2.4	Kriteria tingkat pelayanan simpang tak bersinyal.....	16
2.5	Hubungan kapasitas dengan tingkat pelayanan.....	18
4.1	Perhitungan volume arus satu hari dan penentuan jam sibuk.....	38
4.2	Total arus kendaraan per simpang hari Senin, 25 April 2016.....	40
4.3	Total arus kendaraan per simpang hari Rabu, 27 April 2016.....	42
4.4	Total arus kendaraan per simpang hari Sabtu, 30 April 2016.....	44
4.5	Kombinasi arus lalu lintas	46
5.1	Arus Total Jam Puncak	50
5.2	Tabel Arus Kendaraan Selama 9 Jam	52
5.3	Hasil pengolahan data eksisting Senin, 25 April 2016	70
5.4	Hasil pengolahan data eksisting Rabu, 27 April 2016	71
5.5	Hasil pengolahan data eksisting Sabtu, 30 April 2016	72
5.6	Data hasil pengolahan tundaan.....	74
5.7	Nilai empiris untuk tipe pendekat terlindung dan terlawan	78
5.8	Faktor penyesuaian ukuran kota	88
5.9	Faktor penyesuaian untuk tipe lingkungan jalan	89
5.10	Kinerja persimpangan bersinyal Sabtu, 30 April 2016	103
5.11	Kinerja persimpangan bersinyal Senin, 25 April 2016.....	104

5.12	Kinerja persimpangan bersinyal Rabu, 27 April 2016.....	105
5.13	Kinerja persimpangan alternatif 2 fase skenario 2 pagi hari.....	106
5.14	Kinerja persimpangan alternatif 2 fase skenario 2 siang hari.....	107
5.15	Kinerja persimpangan alternatif 2 fase skenario 2 sore hari.....	107
5.16	Kinerja persimpangan alternatif 2 fase skenario 3 pagi hari.....	109
5.17	Kinerja persimpangan alternatif 2 fase skenario 3 siang hari.....	109
5.18	Kinerja persimpangan alternatif 2 fase skenario 3 sore hari.....	110
5.19	Perbandingan nilai derajat kejenuhan(DS)	113
5.20	Hasil perhitungan waktu sinyal lampu isyarat lalulintas	115

DAFTAR GAMBAR

2.1	Titik konflik dipersimpangan 1.....	9
2.2	Titik konflik dipersimpangan 2.....	10
2.3	Kurva peluang antrian/derajat kejenuhan.....	21
2.4	Ilustrasi tipe simpang tak bersinyal.....	24
3.1	Peta jawa timur.....	25
3.2	Peta kota malang.....	26
3.3	Peta lokasi simpang.....	27
3.4	Foto lokasi.....	27
3.5	Gambar Penempatan Surveyor.....	32
3.6	Diagram Alir.....	34
4.1	Geometrik Simpang Tak Bersinyal.....	36
4.2	Grafik arus total kendaraan	39
4.3	Grafik arus total kendaraan hari Senin, 25 April 2016.....	41
4.4	Grafik arus total kendaraan hari Rabu, 27 April 2016.....	43
4.5	Grafik arus total kendaraan hari Sabtu, 30 April 2016.....	45
4.6	Grafik kombinasi arus total kendaraan.....	48
5.1	Perencanaan 4 fase skenario 1 pada simpang empat Trunojoyo.....	85
5.2	Grafik faktor penyesuaian kelandaian.....	90
5.3	Grafik factor penyesuaian belok kanan.....	91
5.4	Grafik factor penyesuaian belok kiri.....	93
5.5	Perencanaan 2 fase skenario 2 pada simpang empat Trunojoyo.....	106

5.6	Perencanaan 2 fase skenario 3 pada simpang empat Trunojoyo.....	108
5.7	Diagram Waktu Sinyal Lalu Lintas.....	114

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Persoalan transportasi merupakan masalah yang umum yang dialami oleh setiap kota besar, karena persoalan transportasi tidak akan pernah terselesaikan atau akan selalu membayangi perkembangan dari suatu wilayah perkotaan. Ditambah dengan makin banyaknya jumlah dan jenis kendaraan yang beroperasi untuk memenuhi kebutuhan manusia yang mengakibatkan kemacetan, terutama pada jalan-jalan utama di perkotaan. Terbatasnya pembangunan jalan dan juga belum optimalnya fasilitas lalu lintas juga mempunyai andil dalam menambah kemacetan, keadaan ini diperparah dengan kurang disiplinnya masyarakat dalam berlalu lintas.

Kota Malang merupakan salah satu kota besar di Jawa Timur yang mempunyai populasi cukup besar, hal ini dikarenakan banyaknya jumlah perguruan tinggi yang ada di kota Malang. Dalam melakukan aktifitas sehari-hari masyarakat kota Malang yang mayoritas terdiri dari mahasiswa sangat memerlukan transportasi, terutama transportasi darat. Dengan kata lain transportasi darat sangat dibutuhkan oleh masyarakat kota Malang, ruas-ruas jalan yang ada di kota Malang pada umumnya rawan terhadap kemacetan, kemacetan

ini terjadi karena daya tampung jalan yang sudah tidak sesuai lagi dengan volume lalu lintas pada saat ini.

Persimpangan merupakan pertemuan dari beberapa ruas jalan dimana kendaraan saling bergerak antara satu dengan kendaraan lainnya, persimpangan merupakan daerah yang potensial terjadi konflik antara beberapa kendaraan. Suatu persimpangan yang tidak diatur dengan baik akan menimbulkan masalah seperti antrian dan penundaan (delay), sehingga penerapan berbagai metode dalam pengaturan persimpangan sangat diperlukan, terutama pada jam-jam sibuk hari kerja.

Simpang tak bersinyal Jl. Patimura – Jl. Trunojoyo Malang, merupakan simpang empat lengan yang menghubungkan Jl. Patimura – Jl. Trunojoyo – Jl. H.O.S. Cokroaminoto. Beberapa pusat kegiatan disekitar adalah Stasiun Kota Baru, Lapangan Rampal, dan akses menuju jalan Rumah Sakit Saiful Anwar dan lain-lain sehingga banyak masyarakat yang melewati simpang tersebut.

Penulis berharap dapat menemukan suatu alternatif yang paling efektif untuk sistem pengaturan atau pengendalian lalu lintas yang sesuai untuk daerah tersebut. Selain itu tidak adanya traffic light membuat kondisi arus lalu lintas semakin tidak teratur, keselamatan bagi para pengendara pun menjadi terancam. Oleh sebab itu, akan dilakukan penelitian pada persimpangan tersebut apakah membutuhkan traffic light atau tidak sesuai dengan situasi dan kondisi yang ada

saat ini. Dan dapat diketahui apakah alternatif tersebut merupakan alternatif yang benar benar dapat mengatasi masalah lalu-lintas yang terjadi di simpang Jl. Patimura – Jl. Trunojoyo Malang.

1.2 Identifikasi masalah

Berdasarkan latar belakang diatas menghasilkan identifikasi masalah sebagai berikut :

1. Karakteristik simpang tak bersinyal Jl. Patimura – Jl. Trunojoyo Malang.
2. Sistem pengendalian yang belum efektif pada simpang Jl. Patimura – Jl. Trunojoyo Kota Malang.

1.3 Rumusan Masalah

Sesuai dengan judul dan dari latar belakang permasalahan di persimpangan tersebut, maka dapat dirumuskan masalah yang akan dibahas dalam studi ini, yaitu :

1. Bagaimana karakteristik lalu lintas pada persimpang Jl. Patimura – Jl. Trunojoyo Kota Malang?
2. Bagaimana kinerja kondisi eksisting ruas Jl. Patimura – Jl. Trunojoyo Kota Malang akibat pengaruh simpang tak bersinyal?
3. Bagaimanakah cara mencari solusi dari masalah kemacetan dan daerah rawan kecelakaan di lokasi ruas Jl. Patimura – Jl. Trunojoyo Kota Malang?

1.4 Ruang Lingkup Pembahasan

Ruang lingkup pembahasan sebagai berikut:

1. Menghitung volume arus lalu-lintas di persimpangan Jl. Patimura – Jl. Trunojoyo.
2. Menghitung kinerja simpang
 - a. Kapasitas
 - b. Derajat kejenuhan
 - c. Antrian
 - d. Tundaan
3. Pengukuran geometrik jalan pada simpang empat tak bersinyal Jl. Patimura – Jl. Trunojoyo Malang, seperti:
 - a. Lebar pendekat
 - b. Jumlah lajur
 - c. Lebar bahu jalan

1.5 Batasan Masalah

Dengan mempertimbangkan luasnya permasalahan, maka perlu adanya batasan masalah agar memperjelas dalam menganalisa permasalahan studi yang berjudul “ Analisis Kebutuhan Traffic Light Pada Simpang Tak Bersinyal Jl. Patimura – Jl. Trunojoyo Kota Malang “. Yang mana batasan masalah dari studi ini adalah sebagai berikut :

1. Survey hanya dilakukan selama 3 (tiga) hari dari 7 hari normal yaitu 2 kerja, Senin 25 April 2016 dan Rabu 27 April 2016, sedangkan 1 hari

libur, Sabtu 30 April 2016. Hasil analisa didasarkan pada hasil survey selama 3 hari tersebut.

2. Dalam 1 hari terdapat 3 periode pencatatan, dimana pada masing-masing periode adalah 3 jam yaitu pukul 06.00 – 09.00 WIB, pukul 11.00 – 14.00 WIB, pukul 16.00 – 19.00 WIB.
3. Cara menganalisis data menggunakan buku pedoman MKJI 1997.
4. Perhitungan data tundaan menggunakan metode MKJI 1997.

1.6 Tujuan Penulisan

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari studi ini adalah :

1. Untuk mengetahui karakteristik lalu lintas (volume total, tundaan, panjang antrian, dan derajat kejenuhan) pada simpang tak bersinyal Jl. Patimura – Jl. Trunojoyo Kota Malang.
2. Menganalisis kinerja arus lalu lintas di persimpangan Jl. Patimura – Jl. Trunojoyo Kota Malang.
3. Mengusulkan pemecahan masalah kemacetan dan daerah rawan kecelakaan pada ruas Jl. Patimura – Jl. Trunojoyo Kota Malang.

1.7 Manfaat Penulisan

Adapun manfaat studi yang dapat diambil dari penulisan ini yaitu :

1. Manfaat Umum adalah untuk memperlancar pergerakan arus lalu lintas pada simpang tak bersinyal Jl. Patimura – Jl. Trunojoyo Malang, sehingga para pengguna jalan bisa melewati simpang dengan aman dan nyaman.

2. Mengidentifikasi karakteristik arus lalu lintas kendaraan di simpang tak bersinyal.
3. Sebagai bahan kajian dan masukan untuk studi selanjutnya.
4. Sebagai bahan masukan bagi pemerintah kota Malang dalam mengevaluasi dan memberikan solusi terhadap permasalahan yang terjadi pada simpang tersebut.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Simpang Tak Bersinyal

Simpang tak bersinyal beraturan 3 dan 4 secara formil dikendalikan oleh aturan dasar lalu-lintas Indonesia yaitu memberi jalan pada kendaraan dari kiri. Ukuran-ukuran kinerja berikut dapat diperkirakan untuk kondisi tertentu sehubungan dengan geometri, lingkungan dan lalu-lintas dengan metode yang diuraikan dalam bab ini diantaranya :

- a. Kapasitas
- b. Derajat kejenuhan
- c. Tundaan
- d. Peluang antrian , serta Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL)

Karena metode yang diuraikan dalam manual ini berdasarkan empiris, hasilnya akan selalu diperiksa dengan penilaian teknik lalu-lintas yang baik. Hal ini sangat penting apabila metoda digunakan di luar batas nilai variasi dari variabel dalam data empiris. Batas nilai ini ditunjukkan pada tabel 1, Penggunaan data tersebut akan menyebabkan kesalahan perkiraan kapasitas yang biasanya kurang dari $\pm 20\%$.

Tabel 2.1 Batas nilai variasi dalam data empiris untuk variabel-variabel masukan berdasarkan perhitungan dalam kendaraan. (Sumber : MKJI, 1997)

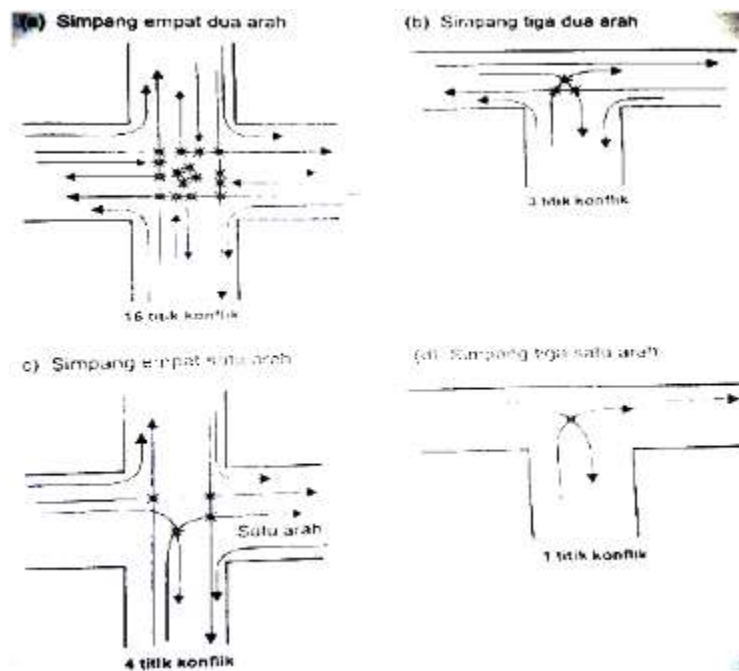
Variabel V	4-lengan			3-lengan		
	Min.	Rata-2	Maks.	Min.	Rata-2	Maks.
Lebar masuk	3,5	5,4	9,1	3,5	4,9	7,0
Rasio belok-kiri	0,10	0,17	0,29	0,06	0,26	0,50
Rasio belok-kanan	0,00	0,13	0,26	0,09	0,29	0,51
Rasio arus jalan simpang	0,27	0,38	0,50	0,15	0,29	0,41
%-kend ringan	29	56	75	34	56	78
%-kend berat	1	3	7	1	5	10
%-sepeda motor	19	33	67	15	32	54
Rasio kend tak bermotor	0,01	0,08	0,22	0,01	0,07	0,25

Metode ini menganggap bahwa simpang jalan berpotongan tegak lurus dan terletak pada alinyemen datar dan berlaku untuk derajat kejenuhan kurang dari 0,8 - 0,9. Pada kebutuhan lalu lintas yang lebih tinggi perilaku lalu-lintas menjadi lebih agresif dan ada risiko tinggi bahwa simpang tersebut akan terhalang oleh para pengemudi yang berebut ruang terbatas pada daerah konflik. Metoda ini diturunkan dari lokasi-lokasi, yang mempunyai perilaku lalu-lintas Indonesia yang diamati pada simpang tak bersinyal. Apabila perilaku ini berubah, misalnya karena pemasangan dan pelaksanaan rambu lalu-lintas BERHENTI atau BERI JALAN pada simpang tak bersinyal, atau melalui penegakan aturan hak jalan lebih dulu dari kiri (undang-undang lalu-lintas yang ada), maka metoda ini akan menjadi kurang sesuai.

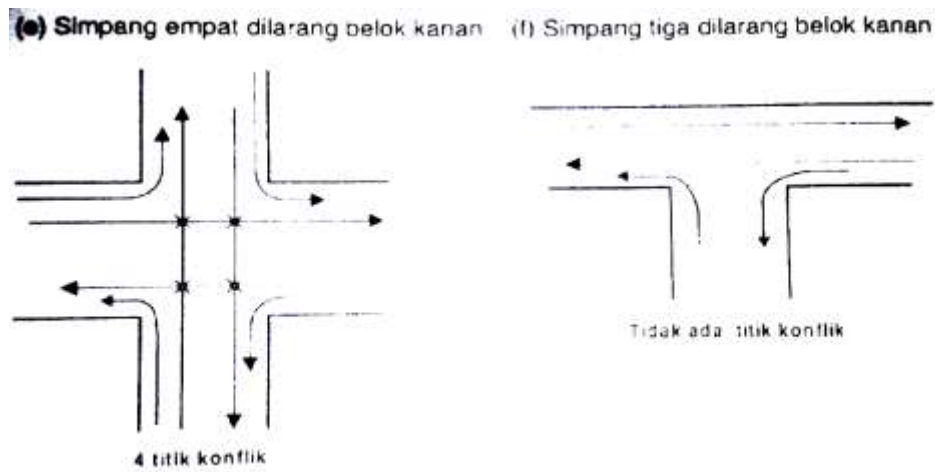
2.2 Konflik Dan Pergerakan Pada Persimpangan

2.2.1 Konflik Pada Persimpangan

Persimpangan merupakan tempat yang rawan terhadap kecelakaan karena terjadinya konflik antara kendaraan yang satu dengan kendaraan yang lainnya ataupun antara kendaraan dengan pejalan kaki, oleh karena itu merupakan aspek penting dalam pengendalian lalu lintas. Satu penempatan jalan sebidang menghasilkan 16 titik konflik. Upaya memperlancar arus lalu lintas adalah dengan meniadakan titik konflik ini, misalnya dengan membangun pulau lalu lintas atau bundaran, memasang lampu lalu lintas yang mengatur giliran gerak kendaraan, menerapkan arus searah, menetapkan larangan belok kanan atau membangun simpang susun (Suwardjoko P. Warpani (dalam Robby, 2010:10))



Gambar 2.1 Titik Konflik Dipersimpangan 1



Gambar 2.2 Titik Konflik Dipersimpangan 2

2.3 Jenis-Jenis Pengaturan Simbang

Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, semakin tinggi tingkat kompleksitas suatu simbang, makin tinggi pula kebutuhan pengaturan simbangnya. Jenis pengaturan simbang sebidang dapat dikelompokkan menjadi (Alik Ansyori Alamsyah, 2008:104) :

- Pengaturan simbang tanpa lampu lalu lintas
- Pengaturan simbang dengan lampu lalu lintas

Setiap pemasangan lampu lalu lintas bertujuan untuk memenuhi satu atau lebih fungsi-fungsi sebagai berikut (Clarkson H Oglesby dan R.Gary Hicks, 1999:391) :

1. Mendapatkan gerakan lalu lintas yang teratur
2. Meningkatkan kapasitas lalu lintas pada perempatan jalan
3. Mengurangi frekuensi jenis kecelakaan tertentu

4. Mengkoordinasikan lalu lintas dibawah kondisi jarak sinyal yang cukup baik, sehingga aliran lalu lintas tetap berjalan meneruspada kecepatan tertentu
5. Memutuskan arus lalu lintas tinggi agar memungkinkan adanya penyeberangan kendaraan lain atau pejalan kaki
6. Mengatur penggunaan jalur lalu lintas
7. Sebagai pengendali ramp pada jalan masuk menuju jalan bebas hambatan (enterance freeway)
8. Memustuskan arus lalu lintas bagi lewatnya kendaraan darurat (ambulance) atau pada jembatan gerak

2.4 Data Masukan

Data yang diperlukan dalam pola pengaturan lampu lalu lintas adalah (sumber: MKJI, 1997:2-39) :

1. Arus lalu lintas

Menghitung jumlah kendaraan menurut jenis dan arah pergerakan yang melalui titik pengamatan (memasuki persimpangan), dengan interval waktu 15 menit dan membagi jenis kendaraan menjadi kendaraan berat, kendaraan ringan, sepeda motor dan kendaraan tidak bermotor. Arus lalu lintas (Q) untuk setiap gerakan (belok kiri, belok kanan dan lurus) dari setiap jenis kendaraan yang mempunyai karakteristik pergerakan yang berbeda. Karena itu untuk menyamakan satuan dari masing-masing jenis kendaraan agar keluar dari antrian maka dikonversi dari gerakan perjam menjadi satuan mobil penumpang (smp) perjam dengan menggunakan ekivalen mobil penumpang (emp) untuk

masing-masing pendekat terlindung dan terlawan, besarnya emp sesuai hasil penelitian dalam MKJI yaitu (MKJI, 1997: 2-10).

Tabel 2.2 Faktor Ekivalen Mobil Penumpang (Sumber : MKJI, 1997)

Jenis Kendaraan	Emp Untuk Tiap Pendekat	
	Terlindung	Terlawan
Kendaraan Ringan (LV)	1.0	1.0
Kendaraan Berat (HV)	1.3	1.3
Sepeda Motor (MC)	0.2	0.4

Keterangan :

LV = Light vehicle (kendaraan ringan)

(Meliputi mobil penumpang, oplet, mikrobis, pickup dan truk kecil, sesuai ketentuan binamarga, MKJI, 1997:1-6)

HV = Heavy vehicle (kendaraan berat)

(meliputi bis, truk 2 as dan truk 3 as sesuai ketentuan binmarga, MKJI, 1997 : 1-6)

MC = Motor Cycle (sepeda motor)

2. Data Geometrik

Elemen geometrik yang diukur adalah :

a. Tipe lingkungan jalan

- Komersial : tata guna lahan komersial (misalnya : toko, restoran, pasar, dan kantor) dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
 - Pemukiman : tata guna lahan tempat tinggal dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan
 - Akses terbatas : jalan masuk langsung terbatas atau tidak sama sekali (misalnya karena adanya hambatan fisik, jalan samping dan sebagainya)
- b. Lebar jalan
- c. Jarak ke kendaraan parkir

Jarak normal antara garis henti dan kendaraan pertama yang diparkir disebelah hulu pendekat.

2.5 Kapasitas Persimpangan Jalan

Volume kendaraan yang dapat ditampung oleh suatu jalan lebih ditentukan oleh kapasitas persimpangan pada jalan tersebut dibandingkan dengan kapasitas jalan itu sendiri. Diantara dua persimpangan, jalan dibebani lalu lintas yang cukup besar sehingga hampir tidak ada ruang kosong. Pada perempatan ini biasanya lalu lintas diatur oleh lampu lalu lintas, sehingga tanpa lampu lalu lintas membuat kondisi arus lalu lintas semakin tidak teratur, seperti yang terjadi pada simpang patimura-trunojoyo malang ini keselamatan bagi para pengendara pun menjadi terancam. Perilaku lalu-lintas pada simpang tak bersinyal dalam hal aturan memberi jalan,

disiplin lajur dan aturan antri sangat sulit digambarkan dalam suatu model perilaku seperti model berhenti/beri jalan yang berdasarkan pada pengambilan celah. Perilaku pengemudi berbeda sama sekali dengan yang ditemukan di kebanyakan negara Barat, yang menjadikan penggunaan metode manual kapasitas dari negara Barat menjadi tidak mungkin. Hasil yang paling menentukan dari perilaku lalu-lintas adalah bahwa rata-rata hampir dua pertiga dari seluruh kendaraan yang datang dari jalan minor melintasi simpang dengan perilaku "tidak menunggu celah", dan celah kritis yang kendaraan tidak memaksa lewat adalah sangat rendah yaitu sekitar 2 detik. Metode ini memperkirakan pengaruh terhadap kapasitas dan ukuran-ukuran terkait lainnya akibat kondisi geometri, lingkungan dan kebutuhan lalu-lintas.

2.5.1 Kapasitas

Kapasitas total untuk seluruh lengan simpang adalah hasil perkalian antara kapasitas dasar (C_0) yaitu kapasitas pada kondisi tertentu (ideal) dan faktor-faktor penyesuaian (F), dengan memperhitungkan pengaruh kondisi lapangan terhadap kapasitas. Bentuk model kapasitas menjadi sebagai berikut:

$$C = C_0 \times F_W \times F_M \times F_{CS} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI} \dots\dots\dots (2.1)$$

Variabel-variabel masukan untuk perkiraan kapasitas (smp/jam) dengan menggunakan model tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 2.3 Ringkasan variabel-variabel masukan model kapasitas (Sumber : MKJI, 1997)

Tipe Variabel	Uraian variabel dan nama masukan		Faktor model
Geometri	Tipe simpang	IT	F _W
	Lebar rata-rata pendekat	W ₁	
	Tipe median jalan utama	M	
Lingkungan	Kelas ukuran kota	CS	F _{CS}
	Tipe lingkungan jalan	RE	
	Hambatan samping	SF	
Lalu lintas	Rasio kendaraan tak bermotor	P _{UM}	F _{RSU}
	Rasio belok-kiri	P _{LT}	F _{LT}
	Rasio belok-kanan	P _{RT}	F _{RT}
	Rasio arus jalan minor	Q _{MI} /Q _{for}	F _{MI}

2.5.2 Rasio Arus / Rasio Arus Jenuh

Dihitung dengan rumus :

$$FR = \frac{Q}{S} \dots\dots\dots (2.2)$$

$$IFR = \sum (FR_{crit}) \dots\dots\dots (2.3)$$

$$PR = \frac{FRCRIT}{IFR} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dengan :

IFR = Rasio arus simpang

PR = Rasio fase

2.6 Tingkat Pelayanan Persimpangan Jalan

2.6.1 Kinerja Simpang

Tingkat pelayanan yang tidak memiliki signal ditetapkan berdasarkan kapasitas cadangan. Kriteria tingkat pelayanan untuk metodologi ini ditetapkan pada kondisi yang sangat umum, dan berhubungan dengan batas-batas tundaan secara umum pula.

Tabel 2.4 Kriteria tingkat pelayanan pada persimpangan tidak bersignal

LEVEL OF SERVICE (LOS)	KAPASITAS CADANGAN (Cr)
A	≥ 400
B	300 – 399
C	200 – 299
D	100 – 199
E	0 – 99
F	-

(Sumber: Warpani Swardjoko, Rekayasa Lalu Lintas, Brata Karya Aksara, Jakarta 1985)

Tingkat pelayanan merupakan kualitas berdasarkan hasil ukuran, yang penilainnya tergantung pada beberapa faktor pengaruh, diantaranya kecepatan dan

waktu perjalanan, gangguan lalu lintas, keamanan, layanan dan biaya operasional kendaraan.

- Tingkat pelayanan dipengaruhi beberapa faktor:

- Kecepatan atau Waktu perjalanan
- Hambatan atau halangan lalu lintas (misalnya: jumlah berhenti perkilometer < kelambatan kecepatan secara tiba-tiba)
- Kebebasan tiba-tiba
- Kenyamanan pengemudi

Tetapi semua faktor tidak dapat dihitung dengan sebenarnya sehingga dipergunakan dua ukuran dalam menentukan tingkat pelayanan, yaitu:

- Kecepatan, dimana biasa dipakai kecepatan rata-rata
- Rasio antara volume lalu lintas dengan kapasitas

Tingkat pelayanan ditentukan dalam skala interval yang terdiri dari enam tingkat. Tingkat - tingkat ini disebut: A, B, C, D, E, F, dimana A merupakan tingkat pelayanan tertinggi. Apabila volume bertambah maka kecepatan berkurang oleh bertambahnya banyak kendaraan sehingga kecepatan pengemudi menjadi berkurang. Hubungan kapasitas dengan pelayanan dapat dilihat dalam tabel.

Tabel 2.5 Hubungan kapasitas dengan tingkat pelayanan

Tingkat Pelayanan	Karakteristik
A	Arus bebas : volume rendah dan kecepatan tinggi, pengemudi dapat memilih jalur yang dikehendaknya
B	Arus stabil : kecepatan sedikit terbatas oleh lalulintas, volume pelayanan yang dipakai untuk design jalur luar kota
C	Arus stabil : kecepatan dikontrol oleh lalulintas, volume pelayanan yang dipakai untuk jalan perkotaan
D	Mendekati arus yang tidak stabil : kecepatan rendah - rendah
E	Arus yang tidak stabil : kecepatan yang mudah dan berbeda-beda, volume kapasitas
F	Arus yang terhambat : kecepatan rendah volume di atas kapasitas dan banyak berhenti

2.6.2 Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (DS) di definisikan sebagai rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas, digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan (MKJI, 1997). Nilai derajat kejenuhan menunjukkan apakah segmen jalan tersebut mempunyai masalah kapasitas atau tidak.

Derajat kejenuhan untuk seluruh simpang, (DS), dihitung sebagai berikut:

$$DS = Q_{smp} / C \dots\dots\dots (2.5)$$

dimana:

Q_{smp} = Arus total (smp/jam) dihitung sebagai berikut:

$$Q_{smp} = Q_{kend} \times F_{smp}$$

F_{smp} = Faktor smp, dihitung sebagai berikut:

$$F_{smp} = (emp_{LV} \times LV\% + emp_{HV} \times HV\% + emp_{MC} \times MC\%) / 100$$

dimana emp LV, LV%, empHV, HV%, empMC dan MC% adalah emp dan komposisi lalu lintas untuk kendaraan ringan, kendaraan berat dan sepeda motor C = Kapasitas (smp/jam)

2.6.3 Tundaan

Tundaan pada simpang dapat terjadi karena dua sebab :

- 1) Tundaan Lalu-Lintas (DT) akibat interaksi lalu-lintas dengan gerakan yang lain dalam simpang.
- 2) Tundaan Geometrik (DG) akibat perlambatan dan percepatan kendaraan yang terganggu dan tak-terganggu. Tundaan lalu-lintas seluruh simpang (DT), jalan minor (DTMI) dan jalan utama (DTMA), ditentukan dari kurva tundaan empiris dengan derajat kejenuhan sebagai variabel bebas. Tundaan geometrik (DG) dihitung dengan rumus :

Untuk $DS < 1,0$:

$$DG = (1-DS) \times (PT \times 6 + (1-PT) \times 3) + DS \times 4 \text{ (det/smp)} \dots\dots\dots (2.6)$$

Untuk $DS > 1,0$: $DG = 4$

dimana

DS = Derajat kejenuhan.

PT = Rasio arus belok terhadap arus total.

6 = Tundaan geometrik normal untuk kendaraan belok yang tak-terganggu (det/smp).

4 = Tundaan geometrik normal untuk kendaraan yang terganggu (det/smp).

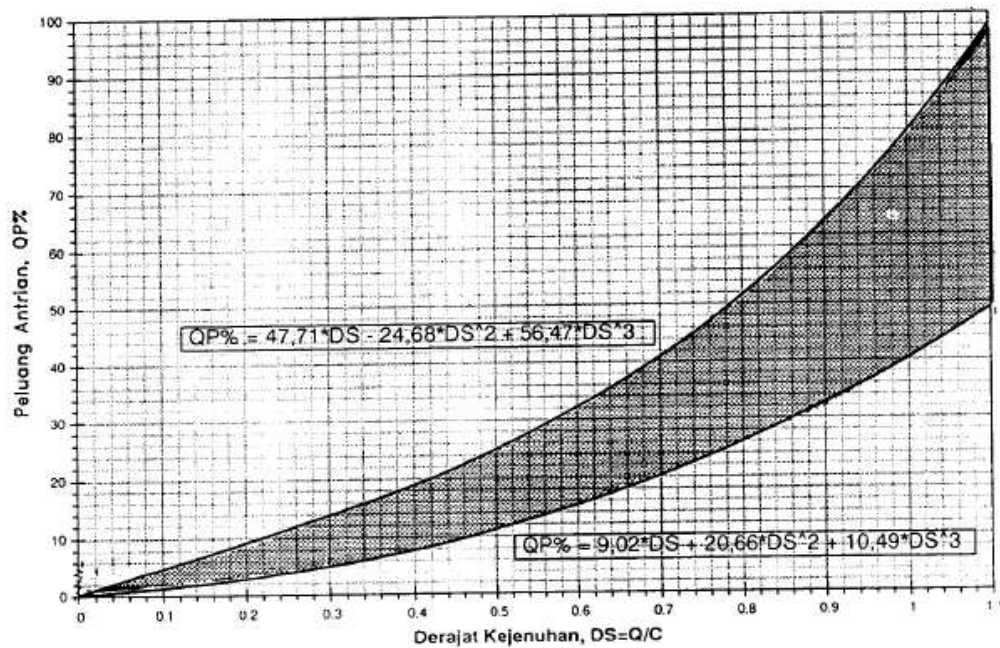
Tundaan lalu-lintas simpang (simpang tak-bersinyal, simpang bersinyal dan bundaran) dalam manual adalah berdasarkan anggapan-anggapan sebagai berikut :

- Kecepatan referensi 40 km/jam.
- Kecepatan belok kendaraan tak-terhenti 10 km/jam.
- Tingkat percepatan dan perlambatan 1.5 m / det 2
- Kendaraan terhenti mengurangi kecepatan untuk menghindari tundaan perlambatan, sehingga hanya menimbulkan tundaan percepatan.

Tundaan meningkat secara berarti dengan arus total, sesuai dengan arus jalan utama dan jalan minor dan dengan derajat kejenuhan. Hasil pengamatan menunjukkan tidak ada perilaku 'pengambilan-celah' pada arus yang tinggi. Ini berarti model barat yaitu lalu-lintas jalan utama berperilaku berhenti / memberi jalan, tidak dapat diterapkan (di Indonesia). Arus keluar stabil maksimum pada kondisi tertentu yang ditentukan sebelumnya, sangat sukar ditentukan, karena variasi perilaku dan arus keluar sangat beragam. Karena itu kapasitas ditentukan sebagai arus total simpang dimana tundaan lalu lintas rata-rata melebihi 15 detik/smp, yang dipilih pada tingkat dengan probabilitas berarti untuk titik belok berdasarkan hasil pengukuran lapangan; (nilai 15 detik/smp ditentukan sebelumnya). Nilai tundaan yang didapat dengan cara ini dapat digunakan bersama dengan nilai tundaan dan waktu tempuh dengan cara dari fasilitas lalu-lintas lain dalam manual ini, untuk mendapatkan waktu tempuh sepanjang rute jaringan jika tundaan geometrik di koreksi dengan kecepatan ruas sesungguhnya.

2.6.4 Peluang Antrian

Peluang antrian ditentukan dari kurva peluang antrian/derajat kejenuhan secara empiris.



Gambar 2.3 Kurva peluang antrian/derajat kejenuhan (Sumber : MKJI, 1997)

2.7 Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL)

2.7.1 Kriteria Pemasangan APILL

Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas adalah perangkat elektronik yang menggunakan isyarat lampu yang dapat dilengkapi dengan isyarat bunyi untuk mengatur lalu lintas orang dan atau kendaraan di persimpangan pada ruas jalan (Departemen PU. I-3, VII-7).

Kriteria bagi persimpangan yang sudah harus menggunakan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) adalah :

1. arus minimal lalu lintas yang menggunakan rata-rata diatas 750 kendaraan/jam selama 8 jam dalam sehari;
2. atau bila waktu menunggu/tundaan rata-rata kendaraan di persimpangan telah melampaui 30 detik;
3. atau persimpangan digunakan oleh rata-rata lebih dari 175 pejalan kaki/jam selama 8 jam dalam sehari;
4. atau sering terjadi kecelakaan pada persimpangan yang bersangkutan;
5. atau merupakan kombinasi dari sebab- sebab yang disebutkan di atas.

2.7.2 Jenis APILL :

1. lampu tiga warna untuk mengatur kendaraan. Susunan lampu tiga warna adalah cahaya berwarna merah, kuning dan hijau;
2. lampu dua warna, untuk mengatur kendaraan dan / atau pejalan kaki. Susunan lampu dua warna adalah cahaya berwarna merah dan hijau;
3. lampu satu warna, untuk memberikan peringatan bahaya kepada pemakai jalan. Lampu itu berwarna kuning atau merah.

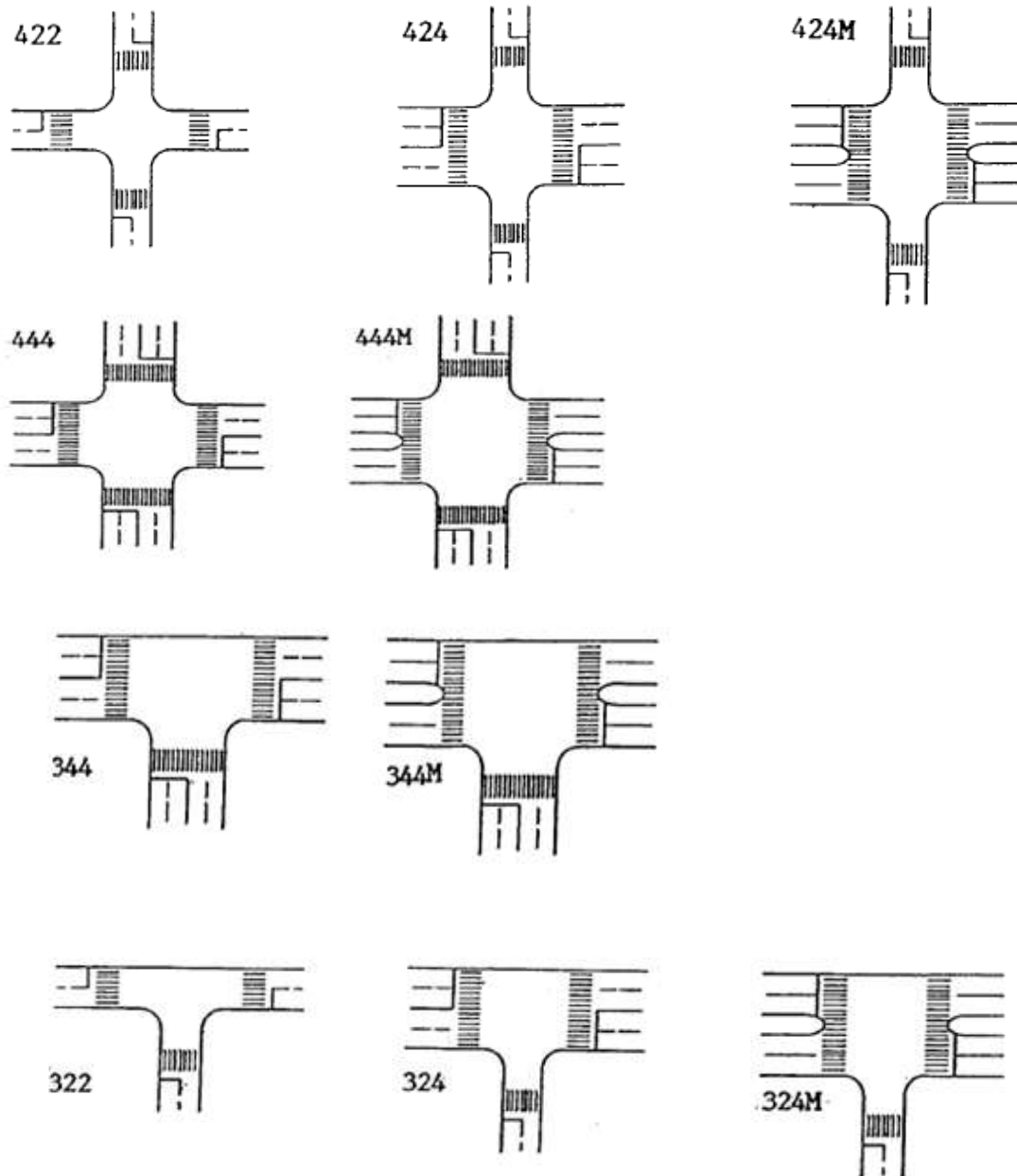
2.8 Berbagai Penerapan

Seperti yang tercantum dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia, manual tersebut dapat digunakan untuk berbagai penerapan seperti perencanaan, perancangan dan analisa operasional. Tujuan perencanaan adalah untuk mendapatkan denah dan ukuran geometrik yang memenuhi sasaran yang ditetapkan untuk kondisi lalu-lintas

rencana tersebut. Perancangan berbeda dari perencanaan hanya pada skala waktu. Pada penerapan perencanaan, masukan data lalu-lintas biasanya berhubungan dengan suatu jam puncak. Pada perancangan, informasi data lalu-lintas biasanya dalam bentuk LHRT yang diramalkan, yang kemudian harus dikonversikan ke dalam jam puncak rencana, biasanya dengan menggunakan suatu faktor persentase normal. Analisa operasional biasanya dikerjakan dengan tujuan untuk memperkirakan ukuran kinerja simpang untuk denah, lingkungan dan situasi lalu-lintas tertentu.

2.9 Definisi tipe simpang standar

Buku "Standar Perencanaan Geometrik untuk Jalan Perkotaan" (Direktorat Jenderal Bina Marga, Maret 1992) mencantumkan panduan umum untuk perencanaan simpang sebidang. Informasi lain yang berhubungan terutama tentang marka jalan terdapat pada buku "Produk Standar untuk Jalan Perkotaan" (Direktorat Jenderal Bina Marga, Pebruari 1987). Dokumen ini mencantumkan parameter perencanaan untuk kelas simpang yang berbeda, tetapi tidak menentukan suatu tipe simpang. Karena itu sejumlah tipe simpang ditunjukkan pada Gambar berikut ini. Semua tipe simpang dianggap mempunyai kereb dan trotoar yang sesuai, dan ditempatkan pada daerah perkotaan dengan hambatan samping sedang. Semua gerakan membelok dianggap diperbolehkan. Metode perhitungan rinci dalam manual ini juga memungkinkan analisa jalan satuarah. Pengaturan "hak jalan" dianggap berlaku untuk semua pendekat yaitu tidak ada pengaturan tanda "beri jalan " dan "berhenti". Apabila pengaturan yang terakhir tidak ada, metode perhitungan kapasitas dengan pengaturan hak jalan yang diterangkan dalam panduan tersebut dapat dipergunakan.



Gambar 2.4 Ilustrasi Tipe Simpang Tak Bersiyal (Sumber MKJI : 3-14)

BAB III

METODOLOGI STUDI

3.1 Lokasi Studi

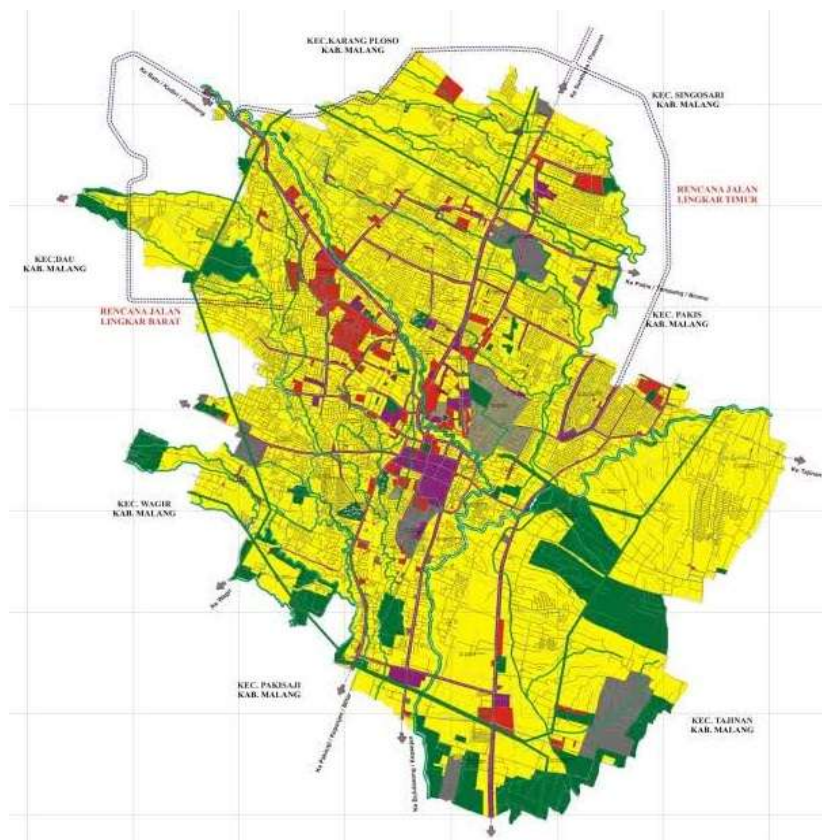
Lokasi yang dipilih untuk survei adalah simpang empat pada Jl. Patimura – Jl. Trunojoyo, Kota Malang. Dimana Malang merupakan salah satu kota yang terletak di wilayah selatan Jawa Timur, berbatasan dengan Kabupaten Pasuruan, Kabupaten Jombang, dan Kabupaten Blitar.



Gambar 3.1 Peta jawa timur

Kota Malang adalah sebuah kota yang terletak di Provinsi Jawa Timur, Indonesia. Kota yang berpenduduk $\pm 2.899.805$ jiwa ini berada di dataran tinggi yang cukup sejuk, terletak 90 km sebelah selatan Kota Surabaya, dan wilayahnya

dikelilingi oleh Kabupaten Malang. Luas wilayah kota Malang adalah 110,06 km². Malang merupakan kota terbesar kedua di Jawa Timur setelah Surabaya. Bersama dengan Kabupaten Malang dan Kota Batu, Kota Malang merupakan bagian dari kesatuan wilayah yang dikenal dengan Malang Raya. Berikut ini adalah peta kota Malang:



Gambar 3.2 Peta kota Malang

Sedangkan untuk lokasi survey lalu lintas dilakukan pada Simpang Tak Bersinyal Jl. Patimura – Jl. Trunojoyo Malang Provinsi Jawa Timur, pada pendekat utara adalah Jl. H.O.S. Cokroaminoto, pendekat selatan Jl. Trunojoyo, pendekat timur

Jl. Patimura, dan pendekat barat Jl. Patimura. Dapat dilihat pada peta lokasi survei dibawah ini :



Gambar 3.3 Peta lokasi Simpang Tak Bersinyal Jl. Patimura – Jl. Trunojoyo, Malang



Gambar 3.4 Foto lokasi Jl. Patimura – Jl. Trunojoyo, Kota Malang

3.2 Pengumpulan Data

Dalam studi ini dibutuhkan dua macam data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer didapat dengan cara melalui survey langsung dilapangan, sedangkan untuk data sekunder di dapatkan dengan cara meminta keterangan atau data dari instansi-instansi pemerintah yang terkait.

3.2.1 Pengumpulan Data Primer

Data primer merupakan data yang di dapat dilapangan dengan cara pengamatan secara langsung dilokasi studi. Data primer yang dibutuhkan diantaranya yaitu :

1. Data geometrik jalan
2. Data volume lalu lintas

3.2.2 Pengumpulan Data Sekunder

Cara untuk mendapatkan data sekunder adalah dengan meminta keterangan atau penjelasan dari instansi pemerintah terkait seperti Badan Pusat Statistik (BPS) kota Malang dapat kita peroleh yaitu data jumlah penduduk kota Malang. Data-data ini digunakan untuk pendukung dari data primer.

3.3 Pelaksanaan Survey

3.3.1 Waktu Pengambilan Data

Waktu pengambilan data lalu lintas dilakukan selama 1 hari sesuai dengan pedoman survey lalu lintas yaitu selama 12 jam. Survey dimulai pada pukul 06.00 WIB sampai pukul 20.00 WIB pada tanggal 20 April 2016. Setelah survey

pendahuluan pengamatan dilakukan sebanyak 3 sesi dalam satu hari dengan periode waktu 3 jam yang mana sesi tersebut merupakan jam sibuk pada setiap harinya. Pengamatan sesi pagi dilakukan pada pukul 06.00 – 09.00 WIB, sesi siang pukul 11.00 – 14.00 WIB dan sesi sore pada pukul 16.00 – 19.00 WIB. Sedangkan untuk pelaksanaan pengamatan yaitu pada hari Senin 25 April 2016, Rabu 27 April 2016 dan Sabtu 30 April 2016.

3.3.2 Langkah Pengamatan Data (Survey)

Ada beberapa langkah yang perlu dipersiapkan sebelum melaksanakan survey, antara lain :

1. Mempersiapkan formulir yang akan dipergunakan untuk mencatat data survey.
2. Penentuan titik pengamatan dilokasi studi
3. Menetapkan waktu pengambilan data
4. Menyiapkan tenaga surveyor
5. Melaksanakan pengambilan data

3.3.3 Jenis Survey, Penempatan Dan Jumlah Surveyor

Dalam pengumpulan data primer perlu dilakukan survey untuk menganalisis kondisi jalan yang ditinjau, jenis survey yang dilakukan meliputi :

a. Survey Geometrik Jalan

- a. Pengumpulan data untuk survey geometrik jalan dilakukan dengan cara mengukur langsung di lapangan, seperti :
 - berapa lebar pendekat

- jumlah lajur
 - lebar bahu jalan dari ruas jalan yang ditinjau
- b. Surveyor atau tenaga pengamat yang dibutuhkan minimal 2 (dua) orang untuk mengukur geometrik jalan
- c. alat-alat yang digunakan antara lain :
- alat pengukur panjang (roll meter)
 - alat tulis dan clipboard

b. Survey Volume Lalu Lintas

- a. Pengumpulan data ini dimaksudkan untuk mengetahui tingkat kepadatan lalu lintas suatu persimpangan berdasarkan volume lalu lintas terklarifikasi yang mencakup jenis kendaraan dan arah gerakan kendaraan, dengan melakukan pengamatan dan pencacahan langsung pada tiap-tiap kaki persimpangan dalam periode waktu yang telah ditentukan.
- b. Asumsi dan Batasan
- 1) Pengumpulan data ini dilakukan menyeluruh dan rinci serta secara manual.
 - 2) Pengamatan dilakukan dengan jarak maksimum 25 m dari garis henti.
 - 3) Kendaraan bermotor dibagi atas 3 (tiga) jenis yaitu kendaraan ringan, kendaraan berat, dan sepeda motor.

c. Data yang diamati

- 1) Jumlah dan jenis / klarifikasi kendaraan.
- 2) Arah arus lalu lintas.

d. Tenaga Pelaksanaan

Untuk 1 (satu) pos memerlukan :

- 1) Ketua pos : 1 orang.
- 2) Pengamat : untuk mendapatkan hasil yang ideal diperlukan jumlah pengamat 1 orang untuk tiap kaki, tiap arah lalu lintas dan tiap jenis kendaraan.

e. Peralatan dan perlengkapan

- 1) alat tulis / counter;
- 2) alat tulis (clipboard, pensil, dll);
- 3) stopwatch / jam digital;
- 4) formulir survey

f. Langkah-langkah Pelaksanaan Pengamatan

- a) Pengamat harus menempati posisi pada titik pengamatan sesuai pada peta titik lokasi surveyor yang telah ditentukan.
- b) Pandangan pengamat kearah persimpangan dan menghadap arah datangnya kendaraan.
- c) Setiap pengamat menghitung kendaraan dengan interval pencatatan antara 5 s/d 15 menit sepanjang waktu pengumpulan data.
- d) Hasil pengamatan dicatat dalam formulir yang telah disediakan.

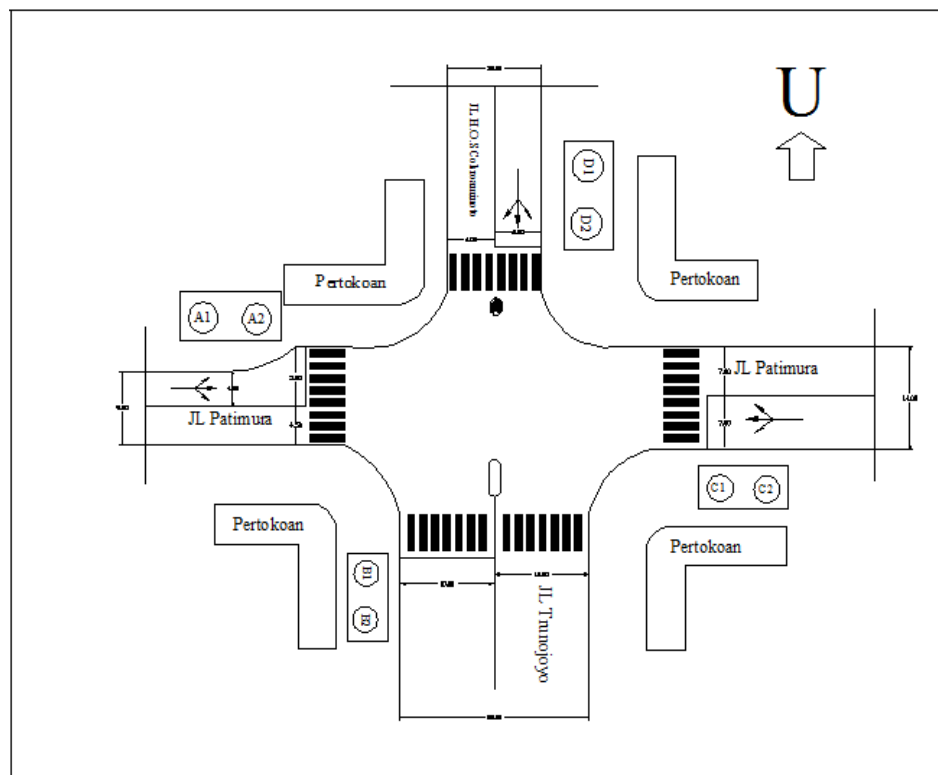
3.4 Metode Pengolahan Data

Dalam penyelesaian tugas akhir ini menggunakan metode perhitungan dan penyelesaian untuk keperluan alternative rencana diambil dari buku Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Binamarga.

3.5 Titik Penempatan Surveyor

Pada tiap sisi masing-masing simpang ditempatkan orang surveyor untuk mengumpulkan dan mencatat hasil survey :

- Data volume lalu lintas



Gambar 3.5 Gambar Realisasi Penempatan Surveyor

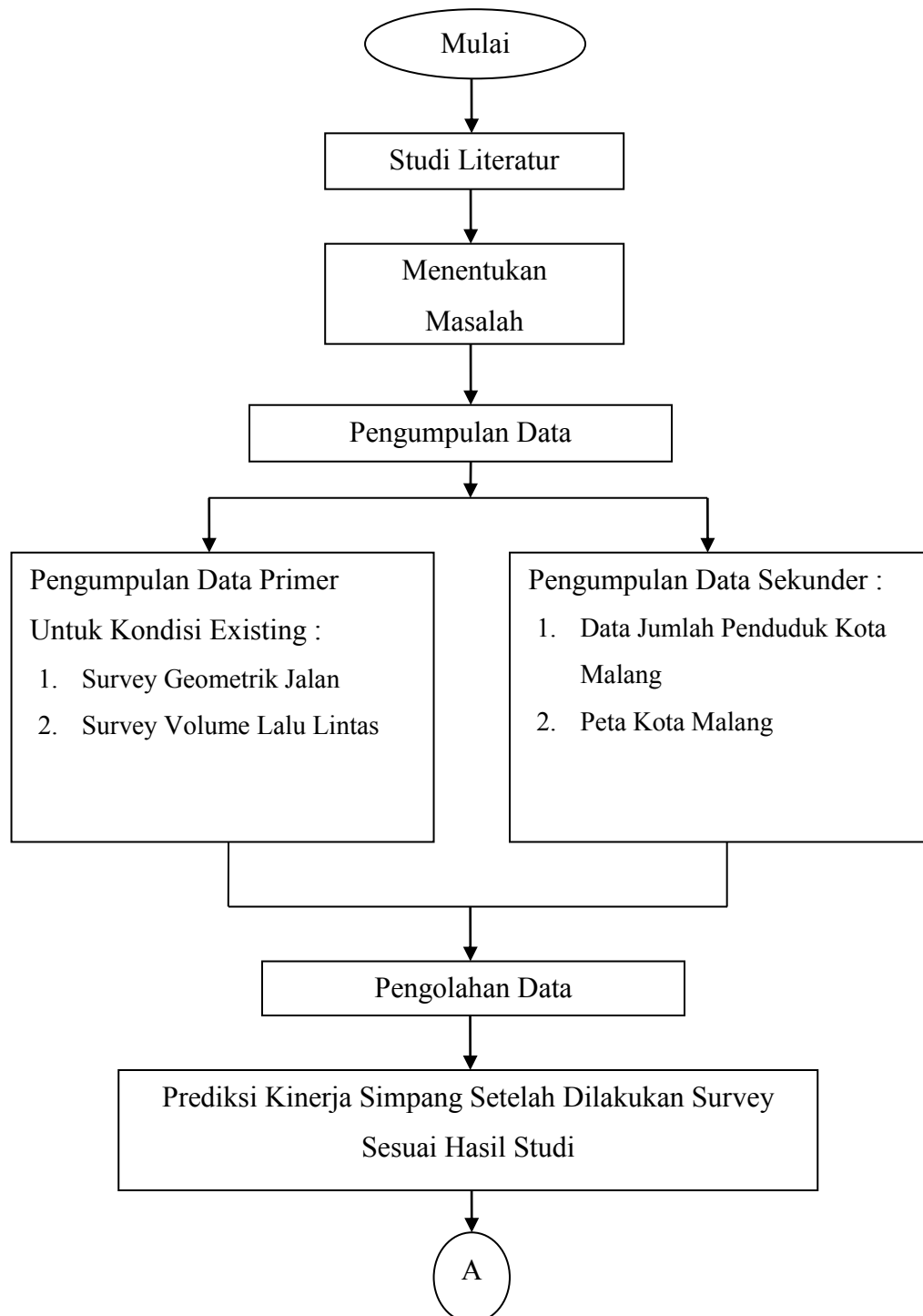
Keterangan gambar 3.5 :

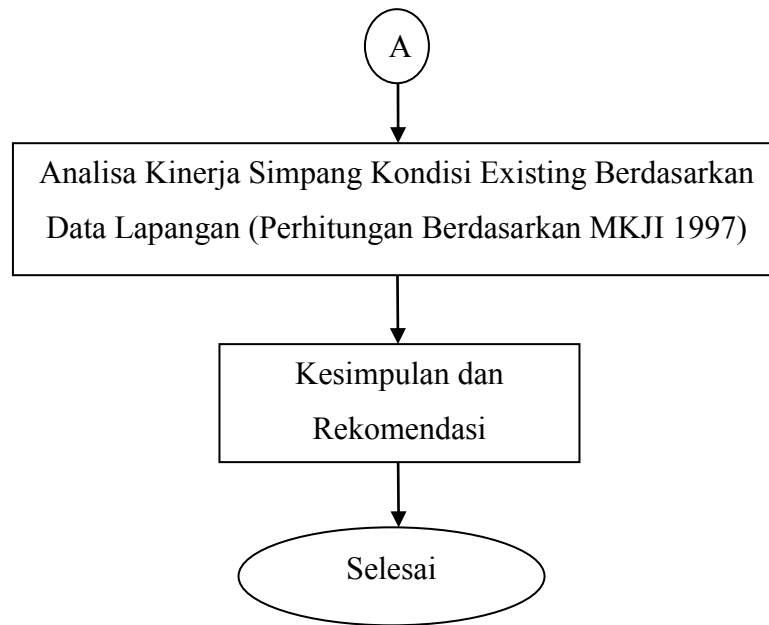
➤ Pengumpulan data arus lalu lintas.

Setiap surveyor mencatat data jumlah kendaraan ringan, kendaraan berat, sepeda motor, dan kendaraan tak bermotor pada masing-masing persimpangan tiap 15 menit, berdasarkan arah :

- A1 untuk simpang barat dengan pergerakan belok kanan, kiri, dan lurus.
- A2 untuk simpang barat dengan pergerakan belok tundaan dan antrian.
- B1 untuk simpang utara dengan pergerakan belok kanan, kiri, dan lurus.
- B2 untuk simpang utara dengan pergerakan belok tundaan dan antrian.
- C1 untuk simpang timur dengan pergerakan belok kanan, kiri, dan lurus.
- C2 untuk simpang timur dengan pergerakan belok tundaan dan antrian.
- D1 untuk simpang selatan dengan pergerakan belok kanan, kiri, dan lurus.
- D2 untuk simpang selatan dengan pergerakan belok tundaan dan antrian.

3.6 Flowchart (Diagram Alir)





Gambar 3.6 Diagram Alir Analisis Kebutuhan Traffic Light Pada Simpang Tak Bersinyal Jl. Patimura – Jl. Trunojoyo Kota Malang

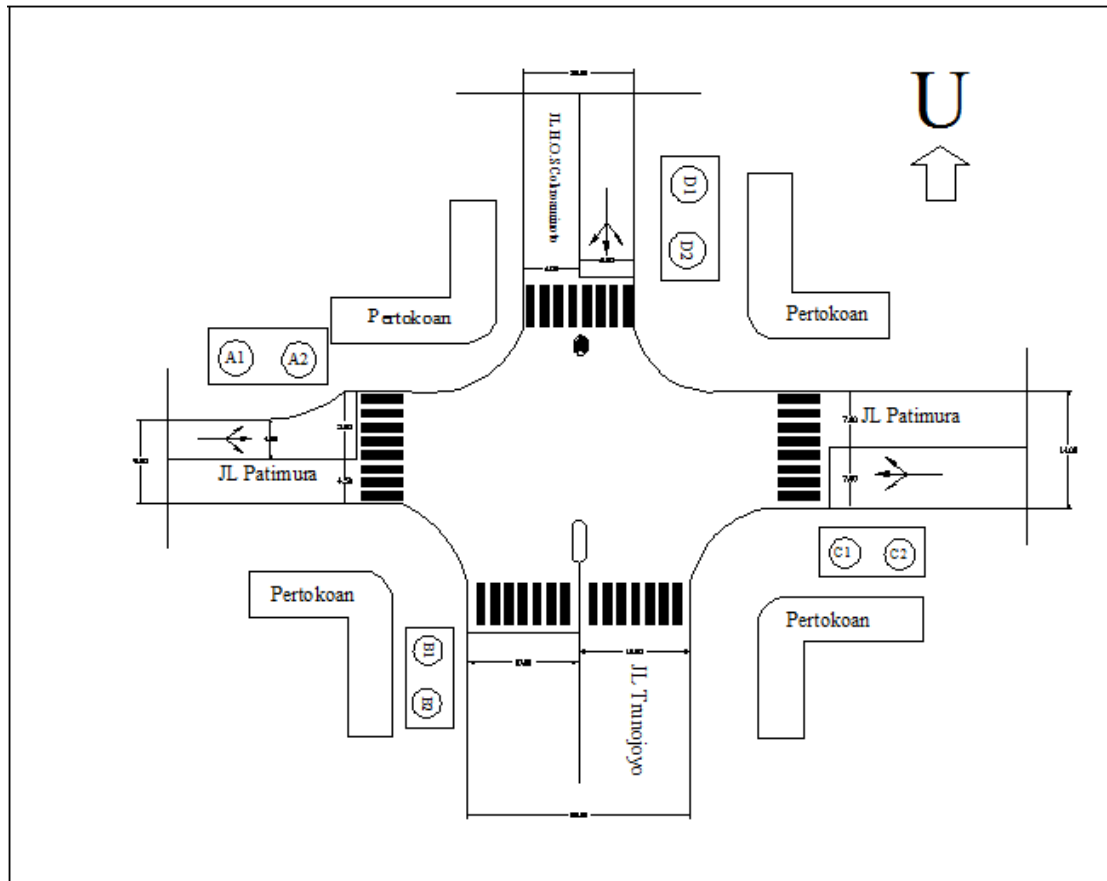
BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang di dapat dilapangan dengan cara pengamatan secara langsung dilokasi studi. Berikut adalah hasilpengumpulan data primer di lokasi studi :

4.1.1 Data Geometrik



Gambar 4.1 Geometrik Simpang Tak Bersinyal Jl. Patimura – Jl. Trunojoyo Malang

- Jl. Trunojoyo (Selatan)
 - Lebar Jalan : 20 meter
 - Jumlah Lajur : 2 Lajur
 - Lebar per Lajur : 10 meter
- Jl. Patimura (Timur)
 - Lebar Jalan : 14 meter
 - Jumlah Lajur : 2 Lajur
 - Lebar per Lajur : 7 meter
- Jl. H.O.S Cokroaminoto (Utara)
 - Lebar Jalan : 12 meter
 - Jumlah Lajur : 2 Lajur
 - Lebar per Lajur : 6 meter
- Jl. Patimura (Barat)
 - Lebar Jalan : 9 meter
 - Jumlah Lajur : 2 Lajur
 - Lebar per Lajur : 4,5 meter

4.1.2 Data Volume Lalu Lintas

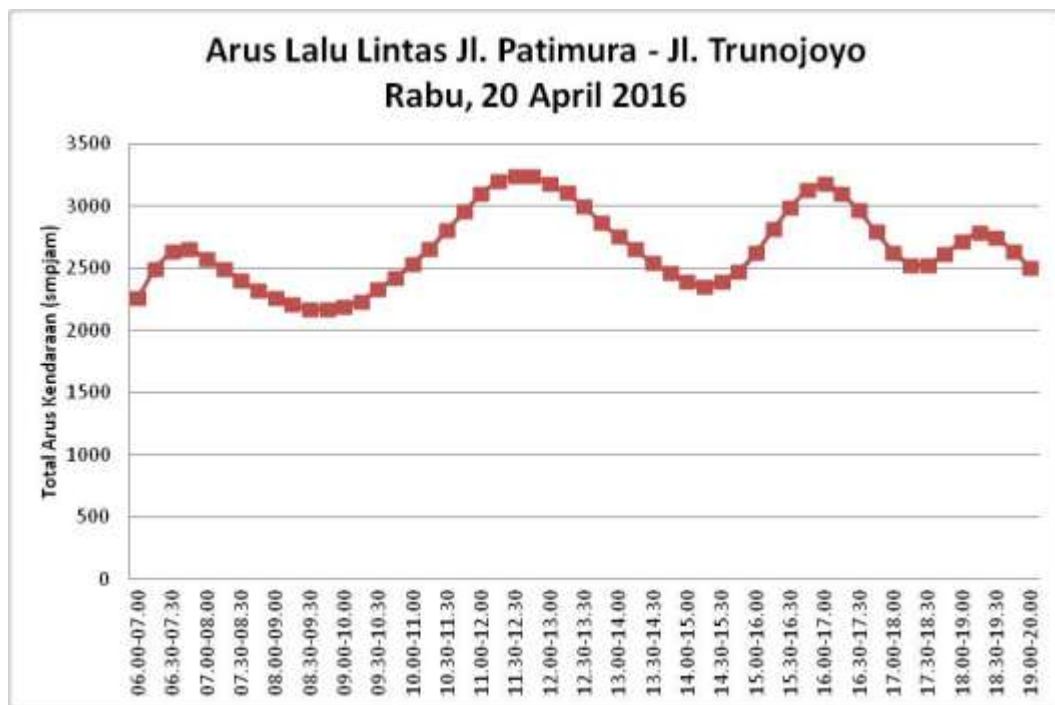
Data lalu – lintas yang digunakan adalah data primer yang didapatkan melalui pengamatan langsung di lapangan. Pengamatan volume lalu – lintas dilakukan selama 1 hari untuk mengetahui jam puncak yang dilaksanakan pada tanggal 20 April 2016.

Tabel 4.1 Total arus kendaraan hari Rabu, 20 April 2016

JAM	Dari Jl. Patimura timur			Dari Jl. Trunojoyo			Dari Jl. Patimura barat			Dari Jl. HOS. Cokroaminoto			TOTAL
	Lurus	Belok Kanan	Belok Kiri	Lurus	Belok Kanan	Belok Kiri	Lurus	Belok Kanan	Belok Kiri	Lurus	Belok Kanan	Belok Kiri	
06.00-07.00	393,4	54,2	674,4	383,4	193,8	48	69,4	7,9	32,9	241,6	20,3	145,6	2264,9
06.15-07.15	425,6	59,6	742,8	434,7	209	57,1	76,1	13	36	259	23,5	164	2500,4
06.30-07.30	447,8	67,4	775,4	462,5	227,5	65,7	80,7	15	36,8	264,8	24,9	172,4	2640,9
06.45-07.45	462,3	74,6	778	455,1	233,8	63,5	90,4	18,1	33,1	258	22,2	172,6	2661,7
07.00-08.00	471,7	79,8	720,7	442,1	230,9	55,7	96,3	14,2	28,8	249	20,4	166,2	2575,8
07.15-08.15	472,1	81,4	705	421,7	226	53,5	97,4	11,7	23,3	238,8	17,6	151,6	2500,1
07.30-08.30	467	78,2	693,2	407,9	213,4	41,7	96,6	12,2	15,9	229,4	14,2	137,6	2407,3
07.45-08.45	456,5	75,2	695,8	387,3	199,2	35,5	88,1	12,5	13	223,6	12,2	123,8	2322,7
08.00-09.00	433,5	74,2	710,1	373,9	189,6	33,2	85	15	10,8	213,2	11,4	112,6	2262,5
08.15-09.15	415	70	723,6	363,5	179,3	25,1	85,7	14,1	16,1	205,4	11,2	107	2216
08.30-09.30	387,5	68,8	738,5	350,7	169	21,7	88	11,2	18,3	203,2	11,6	108,2	2176,7
08.45-09.45	365,5	66,2	763	344	163,5	21,1	88,9	9	23,5	202,8	10,6	118,8	2176,9
09.00-10.00	342,8	62	790,9	343,3	163,5	19,4	90,5	7,2	29	208	7,6	133,4	2197,6
09.15-10.15	317,7	61,8	823	340,5	165,9	23,1	95,4	7,8	29,8	216,8	7,7	146	2235,5
09.30-10.30	300,6	63	891,2	349	169,3	28,5	100,7	9,4	34,2	226,6	6,9	157,6	2337
09.45-10.45	286,2	64,2	957,8	360,9	170,4	30,4	105,6	11,8	32,2	235,4	7,5	164,6	2427
10.00-11.00	287,1	68,8	1017,6	370	176,2	32,2	112,7	13,9	31,1	246,2	10,7	171	2537,5
10.15-11.15	289,5	73,6	1077	390,9	185,2	32,1	115	17,2	28,2	257,6	10,8	181,6	2658,7
10.30-11.30	299,4	77,4	1121,3	430,7	198,8	36	122,3	20,1	25,1	270,4	13,6	191,6	2806,7
10.45-11.45	312,6	82,2	1163,9	457,1	227,7	38,1	126,8	20,7	22,7	284,4	12,8	210,2	2959,2
11.00-12.00	324,2	86,2	1203,1	494,4	248,2	44,7	130,9	18,9	18,9	294,8	13,7	224,4	3102,4
11.15-12.15	345,3	90,2	1222,1	516,8	256,2	51,7	134,1	15,6	15,6	306,6	14,3	238,8	3207,3
11.30-12.30	356,9	94,4	1206,6	521	258,5	54,9	135,3	12,5	12,5	322	14,1	254,2	3242,9
11.45-12.45	360,5	99,2	1165,9	523,7	249	59,5	141	12,1	12,1	337	15,3	265,8	3241,1
12.00-13.00	364,2	104,4	1103,5	501,7	238,3	67,8	133,7	15	15	351,4	10,4	278,4	3183,8
12.15-13.15	362,2	106,8	1043,4	481,3	231,9	65	130,1	18,1	18,1	359	7,2	286,2	3109,3
12.30-13.30	356,3	106,6	987,6	456,9	226,2	61,1	116,4	18,5	18,5	359,2	4,8	285,8	2997,9
12.45-13.45	350	100,8	925	439,6	214,8	56,3	109,1	18,9	21,9	352	5	279,6	2873
13.00-14.00	338,1	92,6	874	433,5	202,4	44,8	112,8	17,3	25,3	340,4	5,2	268,8	2755,2
13.15-14.15	326,7	88,9	830,8	431,9	192,9	42,2	107,4	15,5	24,9	328,2	5,2	261	2655,6
13.30-14.30	324,7	88,1	779,9	409,8	179,1	37,2	105,6	14,9	29,7	315,2	3,8	255	2543
13.45-14.45	320,2	88,7	755,5	400,9	171,1	35,6	92,3	16,9	31,1	302	4,6	249	2467,9
14.00-15.00	311	88,7	732,9	382,7	169,6	33,9	79,2	19,6	29	293,6	4,4	249,6	2394,2
14.15-15.15	308,1	86	707,8	371,5	180,6	33,7	75,1	17	25	292,6	4,4	252,2	2354
14.30-15.30	310,5	83,6	726,3	375,7	189	36,1	72,7	18,1	20,7	297,4	5,8	260,6	2396,5
14.45-15.45	316,5	85,4	758,7	371,2	201,6	43,9	81,4	15,7	15,9	309,8	4,2	271,4	2475,7
15.00-16.00	345,1	87,8	808,1	384,8	211,3	49,8	91,1	15,8	15,8	323,4	7,8	283,4	2624,2
15.15-16.15	374,5	92,6	855,7	410,5	218,2	61	110,2	24,2	24,2	338,6	10,6	297,6	2817,9
15.30-16.30	391,3	97,6	888,4	455,8	226,8	70,5	127,9	28,9	28,9	354	15	311,8	2996,9
15.45-16.45	418,2	99,2	899,6	512,3	228,7	66,7	136,7	31,2	31,2	371	16,6	322,2	3133,6
16.00-17.00	419,2	99,8	881,2	561,7	233,4	65	144,2	29,8	29,8	381,6	15,6	326,8	3188,1
16.15-17.15	406,2	96	849,8	571,8	221,8	56,4	135,9	22,6	22,6	382,6	15,8	321,4	3102,9
16.30-17.30	396,4	88,2	808,6	556,1	218,5	46,7	126,4	16,2	16,2	376,6	12	308,6	2970,5
16.45-17.45	370,5	78,4	768,7	506,5	214,3	45,7	118,5	12,3	12,3	357	12,8	299	2796
17.00-18.00	346,3	71,4	752,4	454,7	198,5	42,4	110,8	9,6	9,6	333	11,6	288,8	2629,1
17.15-18.15	320,9	66,2	754,1	415,7	193,9	44,5	111,8	10,7	10,7	316,8	10,2	276,4	2531,9
17.30-18.30	319,6	66	777,1	397,5	191,4	48,9	117,4	12,9	12,9	310,4	12,2	265,8	2532,1
17.45-18.45	332,6	70,2	809	407	197,2	57,4	132	17,8	17,8	309,6	14,4	257,4	2622,4
18.00-19.00	356	72	830,4	415,2	213,8	65,6	140	19,9	19,9	317,6	16,6	251	2718
18.15-19.15	392,4	75	840,7	424,4	219,4	65,1	146,6	21,2	21,2	317,6	17	253,6	2794,2
18.30-19.30	397,8	73,4	817,5	413,6	215	62,7	145,6	21,6	21,6	306,8	15,2	259,4	2750,2
18.45-19.45	396,6	70,8	784,4	396,4	205,6	53,2	136,2	17,1	17,1	294,4	10,2	256,4	2638,4
19.00-20.00	386	65,6	757	378,4	183,1	46,2	123,8	15,2	15,2	280,2	6,6	253,2	2510,5

Sumber : Pengolahan data arus kendaraan

Pada table diatas didapatkan total arus kendaraan pada hari senin 20 April 2016 dimana pada pengamatan selanjutnya dilaksanakan pada hari senin, rabu, dan sabtu tanggal 25, 27 April 2016 dan terakhir pada tanggal 30 April 2016. Survey dilakukan pada jam-jam sibuk dimulai dari pukul 06.00 – 09.00 WIB, siang hari pukul 11.00 – 14.00 WIB, sedangkan pada jam sibuk sore hari dimulai dari pukul 16.00 – 19.00 WIB. Volume lalu – lintas dicatat setiap 15 menit agar didapat data yang lebih akurat dan teliti. Selanjutnya pengolahan data dikumpulkan tiap 1 jam dengan interval yang digunakan tiap 15 menit.



Sumber : Pengolahan data arus kendaraan

Gambar 4.2 Grafik arus total kendaraan hari Rabu, 20 April 2016

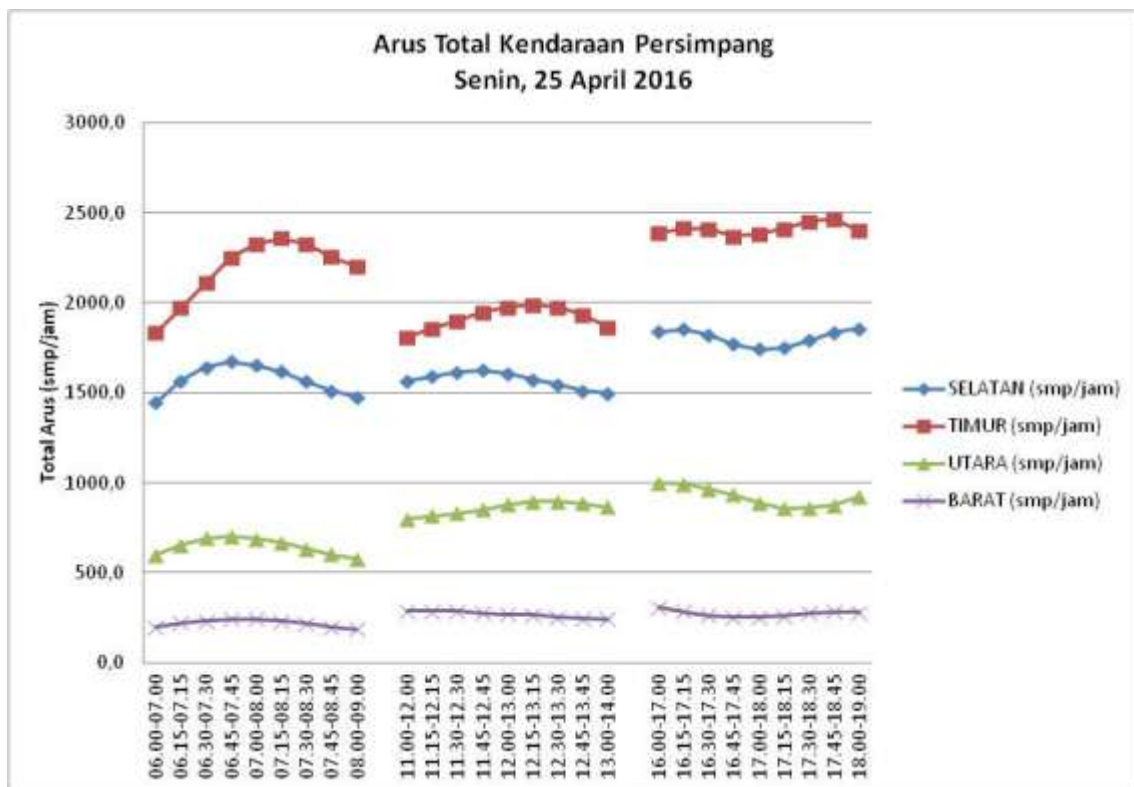
Untuk data kendaraan pada hari senin, rabu dan sabtu tanggal 25, 27 dan 30 April 2016 dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.2 Total arus kendaraan per simpang hari Senin, 25 April 2016

INTERVAL WAKTU	JUMLAH KENDARAAN				TOTAL ARUS (smp/Jam)
	SELATAN (smp/jam)	TIMUR (smp/jam)	UTARA (smp/jam)	BARAT (smp/jam)	
06.00-07.00	1445,6	1832,8	598,0	199,4	4075,8
06.15-07.15	1564,8	1970,2	654,5	223,0	4412,5
06.30-07.30	1641,7	2109,1	691,5	233,5	4675,8
06.45-07.45	1674,6	2251,5	702,0	242,0	4870,1
07.00-08.00	1653,1	2328,7	690,5	243,7	4916,0
07.15-08.15	1619,2	2357,1	669,0	232,6	4877,9
07.30-08.30	1563,4	2327,0	633,0	217,6	4741,0
07.45-08.45	1512,9	2253,4	601,0	197,1	4564,4
08.00-09.00	1478,5	2202,5	578,0	187,6	4446,6
11.00-12.00	1565,8	1809,6	797,0	289,8	4462,2
11.15-12.15	1589,8	1857,1	815,5	288,8	4551,2
11.30-12.30	1614,5	1898,2	829,5	286,2	4628,4
11.45-12.45	1624,7	1946,3	852,0	277,1	4700,1
12.00-13.00	1609,3	1974,0	878,5	270,7	4732,5
12.15-13.15	1572,7	1988,1	894,5	267,9	4723,2
12.30-13.30	1545,2	1976,5	894,0	251,7	4667,4
12.45-13.45	1511,0	1934,7	885,5	243,9	4575,1
13.00-14.00	1496,3	1863,7	865,5	241,6	4467,1
16.00-17.00	1838,5	2390,3	997,5	308,7	5535,0
16.15-17.15	1852,8	2412,2	995,0	283,8	5543,8
16.30-17.30	1820,9	2411,2	964,0	262,3	5458,4
16.45-17.45	1771,5	2368,8	934,0	251,5	5325,8
17.00-18.00	1742,4	2382,8	887,5	254,4	5267,1
17.15-18.15	1749,8	2409,3	858,5	259,4	5277,0
17.30-18.30	1792,2	2451,9	861,5	278,2	5383,8
17.45-18.45	1837,3	2464,9	876,5	284,9	5463,6
18.00-19.00	1855,9	2399,5	922,5	282,9	5460,8

Sumber : Pengolahan data arus kendaraan per simpang

Pada tabel di atas didapatkan total arus kendaraan pada hari Senin, 25 April 2016 dimana pada lengan simpang Jalan Patimura (timur) merupakan lengan simpang yang paling tinggi jumlah kendaraannya. Dimana pada lengan simpang ini banyak kendaraan yang melintas dikarenakan banyaknya aktivitas yang terjadi dari arah Timur ke Barat. Jumlah total arus kendaraan pada semua lengan simpang adalah 4916,0 smp/jam pukul 07.00 – 08.00 WIB, 4732,5 smp/jam pada pukul 12.00 – 13.00 WIB, dan 5543,8 smp/jam pada pukul 16.15 – 17.15 WIB. Berikut ini adalah grafik dari arus total kendaraan per simpang pada hari Senin, 25 April 2015 :



Sumber : Pengolahan data arus kendaraan per simpang

Gambar 4.3 Grafik arus total kendaraan hari Senin, 25 April 2016

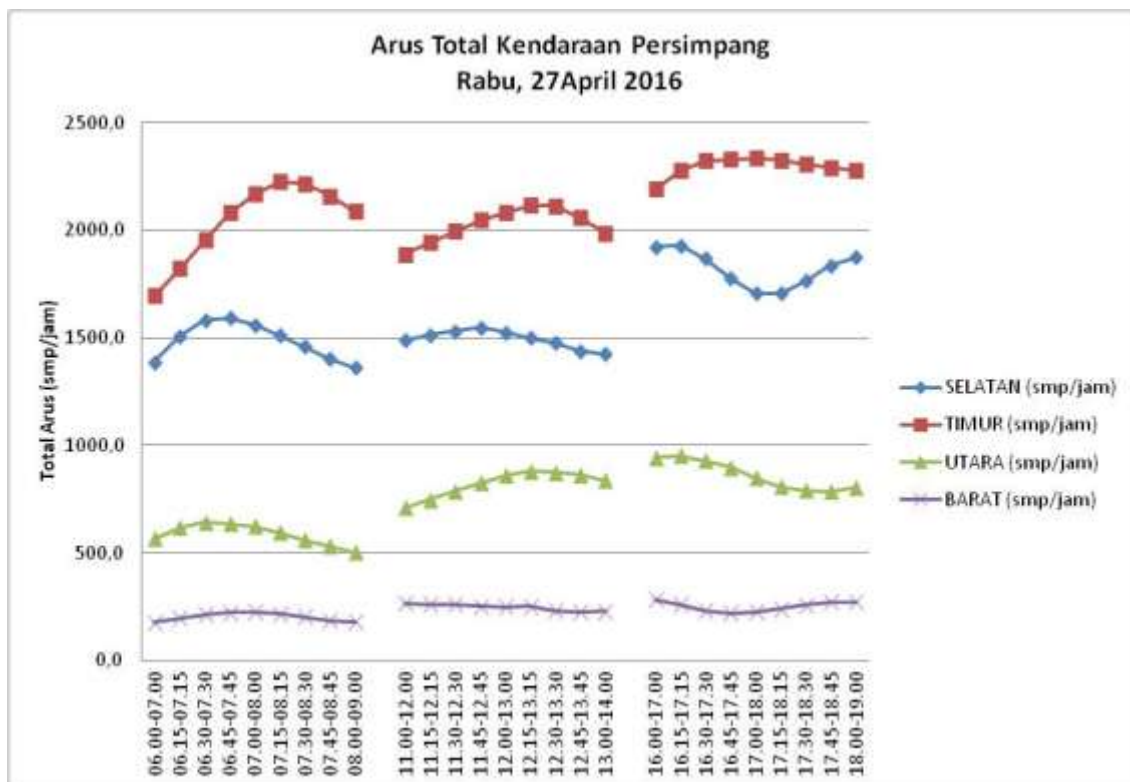
Untuk total arus kendaraan pada hari Rabu, 27 April 2016 dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.3 Total arus kendaraan per simpang hari Rabu, 27 April 2016

INTERVAL WAKTU	JUMLAH KENDARAAN				TOTAL ARUS (smp/Jam)
	SELATAN (smp/jam)	TIMUR (smp/jam)	UTARA (smp/jam)	BARAT (smp/jam)	
06.00-07.00	1386,3	1694,2	565,0	177,1	3822,6
06.15-07.15	1506,9	1822,8	617,5	197,7	4144,9
06.30-07.30	1581,7	1955,4	643,0	214,5	4394,6
06.45-07.45	1593,1	2079,7	636,5	224,2	4533,5
07.00-08.00	1559,5	2168,7	624,0	227,2	4579,4
07.15-08.15	1511,2	2226,6	594,0	217,9	4549,7
07.30-08.30	1458,6	2215,5	561,5	202,9	4438,5
07.45-08.45	1400,4	2159,9	533,0	187,4	4280,7
08.00-09.00	1360,1	2087,0	501,0	180,7	4128,8
11.00-12.00	1487,1	1888,1	711,0	266,7	4352,9
11.15-12.15	1513,3	1944,5	746,5	262,1	4466,4
11.30-12.30	1531,8	1994,5	788,5	261,1	4575,9
11.45-12.45	1548,8	2046,7	826,5	252,8	4674,8
12.00-13.00	1526,1	2080,7	861,0	249,1	4716,9
12.15-13.15	1498,4	2116,5	879,5	251,2	4745,6
12.30-13.30	1474,6	2112,3	874,5	232,2	4693,6
12.45-13.45	1439,0	2058,6	862,5	227,7	4587,8
13.00-14.00	1426,0	1987,1	837,0	228,4	4478,5
16.00-17.00	1923,2	2191,2	943,0	285,3	5342,7
16.15-17.15	1927,5	2277,1	952,0	260,7	5417,3
16.30-17.30	1867,1	2323,1	928,5	232,8	5351,5
16.45-17.45	1777,5	2329,6	896,5	220,3	5223,9
17.00-18.00	1708,4	2335,6	848,5	225,8	5118,3
17.15-18.15	1706,5	2326,6	806,5	240,4	5080,0
17.30-18.30	1764,8	2306,3	791,5	257,4	5120,0
17.45-18.45	1836,3	2292,1	786,0	273,2	5187,6
18.00-19.00	1873,0	2275,8	804,5	272,7	5226,0

Sumber : Pengolahan data arus kendaraan per simpang

Pada tabel di atas didapatkan total arus kendaraan pada hari Rabu, 27 April 2016 dimana pada lengan simpang Jalan Patimura (timur) merupakan lengan simpang yang paling tinggi jumlah kendaraannya. Dimana pada lengan simpang ini banyak kendaraan yang melintas dikarenakan banyaknya aktivitas yang terjadi dari arah Timur ke Barat. Jumlah total arus kendaraan pada semua lengan simpang adalah 4579,4 smp/jam pukul 07.00 – 08.00 WIB, 4745,6 smp/jam pada pukul 12.15 – 13.15 WIB, dan 5417,3 smp/jam pada pukul 16.15 – 17.15 WIB. Berikut ini adalah grafik dari arus total kendaraan per simpang pada hari Rabu, 27 April 2016 :



Sumber : Pengolahan data arus kendaraan per simpang

Gambar 4.4 Grafik arus total kendaraan hari Rabu, 27 April 2016

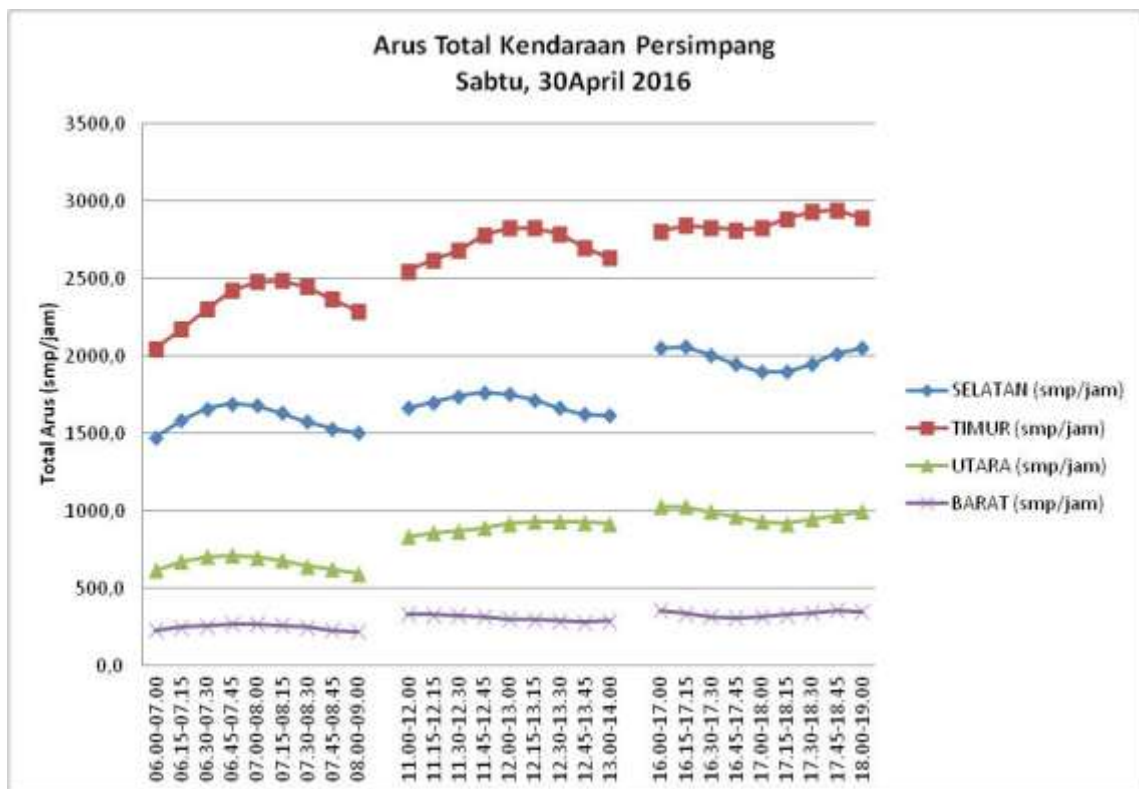
Untuk total arus kendaraan pada hari Sabtu, 30 April 2016 dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.4 Total arus kendaraan per simpang hari Sabtu, 30 April 2016

INTERVAL WAKTU	JUMLAH KENDARAAN				TOTAL ARUS (smp/Jam)
	SELATAN (smp/jam)	TIMUR (smp/jam)	UTARA (smp/jam)	BARAT (smp/jam)	
06.00-07.00	1473,5	2046,3	615,0	230,4	4365,2
06.15-07.15	1581,5	2173,1	673,5	248,7	4676,8
06.30-07.30	1659,9	2300,2	707,0	257,2	4924,3
06.45-07.45	1691,3	2422,0	712,0	268,2	5093,5
07.00-08.00	1677,5	2480,0	700,5	267,9	5125,9
07.15-08.15	1633,8	2488,0	677,0	260,1	5058,9
07.30-08.30	1576,4	2447,7	644,0	247,6	4915,7
07.45-08.45	1530,5	2367,9	622,5	228,6	4749,5
08.00-09.00	1505,4	2289,8	596,0	220,6	4611,8
11.00-12.00	1662,1	2546,5	834,5	330,2	5373,3
11.15-12.15	1699,7	2619,5	855,0	329,7	5503,9
11.30-12.30	1741,2	2682,9	868,5	325,4	5618,0
11.45-12.45	1764,9	2780,5	889,0	318,7	5753,1
12.00-13.00	1753,6	2823,8	917,0	300,9	5795,3
12.15-13.15	1716,7	2823,7	928,5	297,4	5766,3
12.30-13.30	1662,1	2788,5	931,0	288,7	5670,3
12.45-13.45	1626,3	2700,4	926,5	281,6	5534,8
13.00-14.00	1614,9	2630,1	917,5	288,4	5450,9
16.00-17.00	2050,8	2805,8	1024,0	356,5	6237,1
16.15-17.15	2058,5	2839,1	1025,5	336,4	6259,5
16.30-17.30	2006,8	2828,7	993,0	318,6	6147,1
16.45-17.45	1943,9	2814,0	960,5	308,3	6026,7
17.00-18.00	1895,3	2827,7	933,0	314,7	5970,7
17.15-18.15	1895,2	2884,9	918,5	329,0	6027,6
17.30-18.30	1945,5	2933,0	946,0	342,5	6167,0
17.45-18.45	2013,9	2942,0	972,5	354,5	6282,9
18.00-19.00	2048,1	2886,9	995,0	351,3	6281,3

Sumber : Pengolahan data arus kendaraan per simpang

Pada tabel di atas didapatkan total arus kendaraan pada hari Sabtu, 30 April 2016 dimana pada lengan simpang Jalan Patimura (timur) merupakan lengan simpang yang paling tinggi jumlahnya. Dimana pada lengan simpang ini banyak kendaraan yang melintas dikarenakan banyaknya aktivitas yang terjadi dari arah Timur ke Barat. Jumlah total arus kendaraan pada semua lengan simpang adalah 5125,9 smp/jam pukul 07.00 – 08.00 WIB, 5795,3 smp/jam pada pukul 12.00 – 13.00 WIB, dan 6282,9 smp/jam pada pukul 17.45 – 18.45 WIB. Berikut ini adalah grafik dari arus total kendaraan per simpang pada hari Sabtu, 30 April 2016 :



Sumber : Pengolahan data arus kendaraan per simpang

Gambar 4.5 Grafik arus total kendaraan hari Sabtu, 30 April 2016

Tabel dibawah ini merupakan kombinasi arus lalulintas per hari. Data ini diperoleh dari total arus kendaraan per simpang yang telah dijelaskan pada tabel-tabel diatas.

Tabel 4.5 Kombinasi arus lalulintas

Interval Waktu	Total Arus Kendaraan di Persimpangan (smp/jam)		
	Senin, 25 April 2016	Rabu, 27 April 2016	Sabtu, 30 April 2016
06.00-07.00	4412,8	4296,3	4365,2
06.15-07.15	4656,3	4378,5	4421,5
06.30-07.30	4865,5	4433,6	4665,1
06.45-07.45	5070,2	4593,7	4748,3
07.00-08.00	5216,5	4619,4	4915,9
07.15-08.15	5187,9	4679,7	4858,7
07.30-08.30	4921,0	4538,5	4722,3
07.45-08.45	4723,6	4522,8	4587,9
08.00-09.00	4653,2	4478,2	4366,7
11.00-12.00	4862,2	4492,9	4873,3
11.15-12.15	4951,2	4576,4	4903,9
11.30-12.30	4879,7	4695,9	5018,0
11.45-12.45	4918,4	4674,8	5153,1
12.00-13.00	5032,5	4716,9	5295,3
12.15-13.15	5109,2	4745,6	5236,3
12.30-13.30	5232,6	4693,6	5170,0
12.45-13.45	5187,6	4727,8	4989,9
13.00-14.00	5067,0	4658,7	5011,0
16.00-17.00	5535,0	5342,7	5659,5
16.15-17.15	5543,8	5317,3	5743,8
16.30-17.30	5458,4	5351,5	5847,1
16.45-17.45	5395,8	5223,9	5798,0
17.00-18.00	5347,1	5118,3	5970,7
17.15-18.15	5380,0	5080,0	5898,4
17.30-18.30	5283,8	5120,0	6067,8
17.45-18.45	5303,5	5187,6	6182,9
18.00-19.00	5230,7	5326,0	6103,3
Puncak	5543,8	5351,5	6182,9

Sumber : Pengolahan data arus kendaraan per simpang

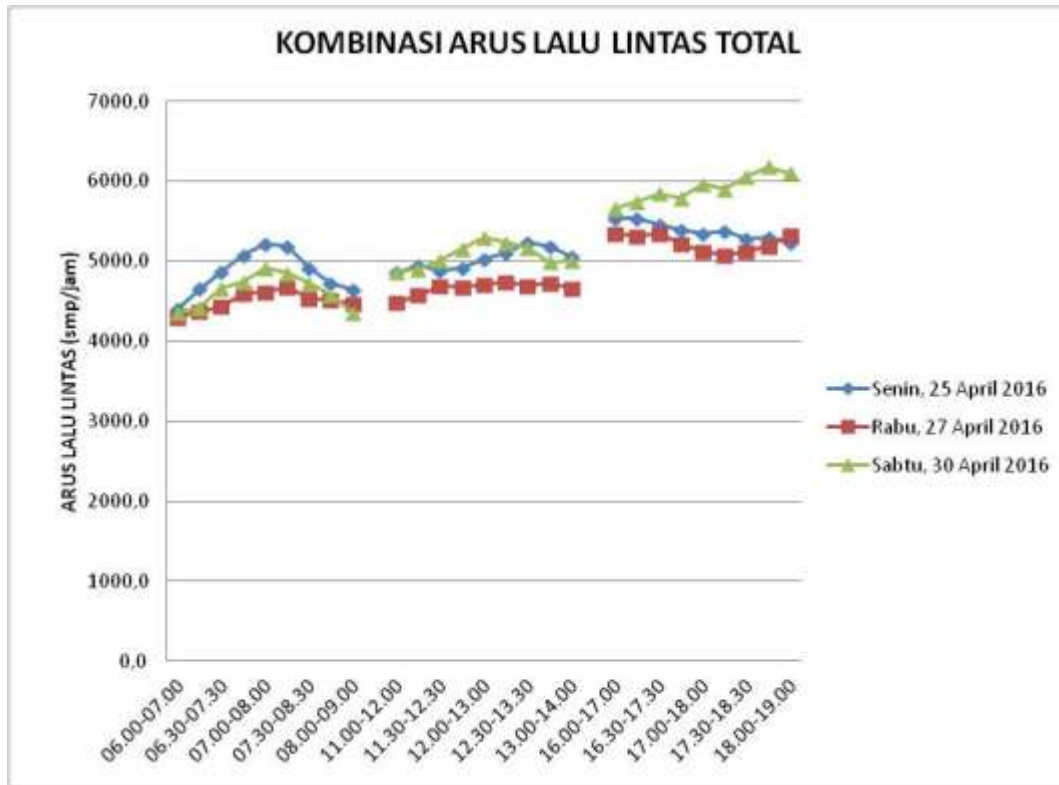
Dari tabel di atas diperoleh data volume puncak pada masing-masing hari, yakni :

Pada hari Senin, 25 April 2016 pukul 16.15 - 17.15 WIB : 5543,8 smp/jam

Pada hari Rabu, 27 April 2016 pukul 16.30 - 17.30 WIB : 5351,5 smp/jam

Pada hari Sabtu, 30 April 2016 pukul 17.45 - 18.45 WIB : 6182,9 smp/jam

Dimana volume tertinggi terjadi pada hari sabtu pukul 17.45-18.45 WIB dengan volume sebesar 6182,9 smp/jam. Dari masing-masing waktu pengambilan data, yakni pagi, siang, dan sore hari, volume tertinggi terjadi pada sore hari. Hal ini dikarenakan banyaknya aktivitas yang terjadi pada sekitar simpang Jalan Patimura – Jalan Trunojoyo. Setelah arus lalu lintasnya di kombinasikan, akan dapat diketahui jam puncak dari masing-masing periode waktu pengamatan selama 3 hari dengan mencari arus kendaraan maksimum. Arus kendaraan yang paling tinggi merupakan acuan untuk menentukan jam puncak.



Sumber : Pengolahan data arus kendaraan per simpang

Gambar 4.6 Grafik kombinasi arus total kendaraan

BAB V

ANALISA DAN PEMBAHASAN

5.1 Analisis Simpang Tak Bersinyal

Data jam puncak yang dikumpulkan dari lapangan dilakukan selama tiga hari, yakni hari Senin, Rabu, dan Sabtu. Untuk keperluan perhitungan digunakan data yang memiliki jam puncak tertinggi diantara periode jam sibuk dari ketiga hari tersebut. Pada perhitungan analisis simpang ini digunakan metode MKJI 1997 untuk menentukan kinerja lalulintas.

5.1.1 Analisa Volume Lalu Lintas Pada Jam Puncak

Arus lalu lintas total persimpangan pada saat jam puncak, yaitu jumlah total arus lalu lintas yang terjadi di 4 lengan simpang (Jl. Patimura – Jl. Trunojoyo). Dari tabel tersebut dapat diketahui jam puncak di masing - masing hari yaitu sebagai berikut :

5.1 Arus total pada saat jam puncak selama 3 hari

Hari	Jam Puncak	Selatan (smp/jam)	Timur (smp/jam)	Utara (smp/jam)	Barat (smp/jam)	Total Arus (smp/jam)
Senin, 25 April 2016	07.00-08.00	1653,1	2328,7	690,5	243,7	4916,0
	persen	33,63	47,37	14,05	4,96	100,00
	12.00-13.00	1609,3	1974,0	878,5	270,7	4732,5
	persen	34,01	41,71	18,56	5,72	100,00
	16.15-17.15	1852,8	2412,2	995,0	283,8	5543,8
	persen	33,42	43,51	17,95	5,12	100,00
Rabu, 27 April 2016	07.00-08.00	1559,5	2168,7	624,0	227,2	4579,4
	persen	34,05	47,36	13,63	4,96	100,00
	12.15-13.15	1498,4	2116,5	879,5	251,2	4745,6
	persen	31,57	44,60	18,53	5,29	100,00
	16.15-17.15	1927,5	2277,1	952,0	260,7	5417,3
	persen	35,58	42,03	17,57	4,81	100,00
Sabtu, 30 April 2016	07.00-08.00	1677,5	2480,0	700,5	267,9	5125,9
	persen	32,73	48,38	13,67	5,23	100,00
	12.00-13.00	1753,6	2823,8	917,0	300,9	5795,3
	persen	30,26	48,73	15,82	5,19	100,00
	17.45-18.45	2013,9	2942,0	972,5	354,5	6282,9
	persen	32,05	46,83	15,48	5,64	100,00

- Pada hari Senin, puncak pagi lengan simpang timur memiliki volume tertinggi dengan arus total sebesar 2328,7 smp/jam, dan puncak senin siang lengan timur memiliki volume tertinggi yaitu 1974,0 smp/jam dan puncak senin sore lengan timur memiliki volume tertinggi yaitu 2412,2 smp/jam.
- Pada hari Rabu, puncak pagi lengan timur memiliki volume tertinggi dengan arus total sebesar 2168,7 smp/jam, dan puncak rabu siang lengan timur memiliki volume tertinggi 2116,5 smp/jam dan puncak rabu sore lengan timur memiliki volume 2277,1 smp/jam.
- Pada hari Sabtu, puncak pagi lengan timur memiliki volume tertinggi dengan arus total sebesar 2480,0 smp/jam, dan puncak sabtu siang lengan timur

memiliki volume arus tertinggi yaitu 2823,8 smp/jam dan puncak sabtu sore lengan timur memiliki volume arus tertinggi yaitu 2942,0smp/jam.

- Volume terbesar untuk semua jam puncak 3 hari yaitu puncak sore pada hari Sabtu, 30 April 2016 berasal dari lengan simpang Timur yaitu sebesar 2942,0 smp/jam.
- Dari data di atas, dapat diketahui jam puncak tertinggi selama 3 hari survey yaitu terjadi pada hari Sabtu Sore dengan arus total persimpangan sebesar 6282,9 smp/jam dan terjadi pada periode waktu pukul 17.45 - 18.45 WIB.

Untuk mencocokkan dengan syarat kriteria pemasangan lampu lalu lintas, berikut tabel selama 9 jam pada masing-masing hari,

5.2 Tabel arus kendaraan selama 9 jam masing-masing hari

Senin, 25 April 2016	Waktu		utara	timur	selatan	barat	total
			kend/jam	kend/jam	kend/jam	kend/jam	
	06.00-07.00	Pagi	884	3108	2242	320	6554
	07.00-08.00		1039	3876	2593	410	7918
	08.00-09.00		874	3666	2332	318	7190
	11.00-12.00	Siang	1153	3232	2411	469	7265
	12.00-13.00		1250	3510	2436	441	7637
	13.00-14.00		1247	3315	2298	398	7258
	16.00-17.00	Sore	1388	3805	2922	501	8616
	17.00-18.00		1251	3812	2822	413	8298
18.00-19.00	1310		3745	2976	465	8496	

Rabu, 27 April 2016	Waktu		utara	timur	selatan	barat	total
			kend/jam	kend/jam	kend/jam	kend/jam	
	06.00-07.00	Pagi	834	2873	2149	288	6144
	07.00-08.00		938	3609	2439	385	7371
	08.00-09.00		774	3471	2126	306	6677
	11.00-12.00	Siang	1010	3025	2271	437	6743
	12.00-13.00		1229	3295	2329	411	7264
	13.00-14.00		1208	3151	2198	376	6933
	16.00-17.00	Sore	1308	3523	3087	470	8388
	17.00-18.00		1207	3727	2771	371	8076
18.00-19.00	1170		3527	3040	450	8187	

Sabtu, 30 April 2016	Waktu		utara	timur	selatan	barat	total
			kend/jam	kend/jam	kend/jam	kend/jam	
	06.00-07.00	Pagi	907	3447	2291	363	7008
	07.00-08.00		1053	4100	2629	444	8226
	08.00-09.00		902	3822	2375	363	7462
	11.00-12.00	Siang	1206	4178	2572	528	8484
	12.00-13.00		1302	4562	2693	481	9038
	13.00-14.00		1322	4291	2501	453	8567
	16.00-17.00	Sore	1426	4558	3249	560	9793
	17.00-18.00		1325	4572	3006	494	9397
18.00-19.00	1406		4623	3246	556	9831	

Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa arus lalu lintas total persimpangan yaitu berkisar antara 6144 – 9831 kendaraan per jam, hasil tersebut menunjukkan

bahwa arus lalu lintas pada simpang tak bersinyal Jl. Patimura – Jl. Trunojoyo kota Malang sudah melampaui 750 kendaraan/jam selama 9 jam yang merupakan salah satu kriteria pemasangan lampu lalu lintas, dan hasil ini juga menunjukkan bahwa simpang tersebut perlu dilakukan pemasangan traffic light atau lampu pengatur lalu lintas.

5.1.2 Analisis Simpang Tak Bersinyal Menurut MKJI 1997

Pada analisis ini menggunakan rumus MKJI 1997 dan terdapat dua formulir yang harus diisi, yakni USIG-I dan USIG-II. Pada formulir USIG-I merupakan isian data volume yang diambil dari jam puncak pada masing-masing periode pengamatan, yakni pagi, siang, dan sore. Sedangkan untuk formulir USIG-II terdapat tiga tabel perhitungan. Untuk tabel yang pertama merupakan tabel lebar pendekat tipe simpang. Pada tabel ini akan diketahui lebar pendekat rata-rata. Kemudian untuk tabel kedua dari formulir USIG-II adalah kapasitas. Dengan mendapatkan data faktor penyesuaian kapasitas (F), maka kapasitas dapat dihitung. Sedangkan untuk tabel ketiga adalah perilaku lalulintas. Pada tabel ini akan diperoleh nilai derajat kejenuhan, tundaan, dan peluang antrian.

Berikut ini digunakan data pada hari Senin, 25 April 2016. Untuk data pada hari berikutnya dapat dilihat pada Formulir USIG-I dan USIG-II.

A. Formulir USIG-I

Kota : Malang

Propinsi : Jawa Timur

Ukuran kota : Sedang

Hari : Senin, 25 April 2016

Periode : 07.00 – 08.00 WIB

Nama Simpang : Simpang empat Jalan Patimura – Jalan Trunojoyo

1. Data lalu lintas berikut diperlukan untuk perhitungan dan harus diisikan ke dalam bagian lalu lintas pada formulir USIG-I

Pendekat D

- LV	=	14	smp/jam
HV	=	5,2	smp/jam
MC	=	46	smp/jam
UM	=	4	smp/jam
Jumlah (LT)	=	<u>69,2</u>	smp/jam
- LV	=	52	smp/jam
HV	=	0	smp/jam
MC	=	110	smp/jam
UM	=	8	smp/jam
Jumlah (ST)	=	<u>170</u>	smp/jam
- LV	=	5	smp/jam
HV	=	0	smp/jam
MC	=	11,5	smp/jam
UM	=	5	smp/jam
		<u> </u>	

$$\text{Jumlah (RT)} = \frac{21,5}{\text{}} \text{ smp/jam}$$

Pendekat A

$$\text{- LV} = 148 \text{ smp/jam}$$

$$\text{HV} = 0 \text{ smp/jam}$$

$$\text{MC} = 97 \text{ smp/jam}$$

$$\text{UM} = 6 \text{ smp/jam}$$

$$\text{Jumlah (LT)} = \frac{251}{\text{}} \text{ smp/jam}$$

$$\text{- LV} = 177 \text{ smp/jam}$$

$$\text{HV} = 0 \text{ smp/jam}$$

$$\text{MC} = 263,5 \text{ smp/jam}$$

$$\text{UM} = 4 \text{ smp/jam}$$

$$\text{Jumlah (ST)} = \frac{444,5}{\text{}} \text{ smp/jam}$$

$$\text{- LV} = 17 \text{ smp/jam}$$

$$\text{HV} = 0 \text{ smp/jam}$$

$$\text{MC} = 15 \text{ smp/jam}$$

$$\text{UM} = 3 \text{ smp/jam}$$

$$\text{Jumlah (RT)} = \frac{35}{\text{}} \text{ smp/jam}$$

Pendekat B

$$\text{- LV} = 14 \text{ smp/jam}$$

$$\text{HV} = 5,2 \text{ smp/jam}$$

MC	=	46	smp/jam
UM	=	4	smp/jam
Jumlah (LT)	=	<u>69,2</u>	smp/jam
- LV	=	52	smp/jam
HV	=	0	smp/jam
MC	=	110	smp/jam
UM	=	8	smp/jam
Jumlah (ST)	=	<u>170</u>	smp/jam
- LV	=	5	smp/jam
HV	=	0	smp/jam
MC	=	11,5	smp/jam
UM	=	5	smp/jam
Jumlah (RT)	=	<u>21,5</u>	smp/jam

Pendekat C

- LV	=	53	smp/jam
HV	=	9,1	smp/jam
MC	=	31	smp/jam
UM	=	3	smp/jam
Jumlah (LT)	=	<u>96,1</u>	smp/jam
- LV	=	324	smp/jam
HV	=	5,2	smp/jam

MC	=	357,5	smp/jam
UM	=	11	smp/jam
Jumlah (ST)	=	<u>697,7</u>	smp/jam
- LV	=	317	smp/jam
HV	=	6,5	smp/jam
MC	=	555	smp/jam
UM	=	5	smp/jam
Jumlah (RT)	=	<u>883,5</u>	smp/jam

Menghitung arus jalan minor total Q_{MI} yaitu jumlah seluruh arus pada pendekat D dan A dalam smp/jam dan kemudian hasilnya dimasukkan pada:

- Arus jalan minor total

$$\begin{aligned}
 Q_{MI} &= \text{Pendekat D} + \text{Pendekat A} \\
 &= 260,7 + 730,5 \\
 &= 991,2 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

Menghitung arus jalan utama total Q_{MA} yaitu jumlah seluruh arus pada pendekat B dan D dalam smp/jam dan hasilnya dimasukkan pada :

- Arus jalan utama total

$$\begin{aligned}
 Q_{MA} &= \text{Pendekat C} + \text{Pendekat B} \\
 &= 1677,3 + 260,7 \\
 &= 1928 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

Menghitung rasio antara arus kendaraan tak bermotor dengan kendaraan bermotor dinyatakan dalam kend/jam, dan hasilnya dimasukkan pada:

- Arus kendaraan tak bermotor

$$\begin{aligned} Q_{UM} &= \text{Pendekat D} + \text{Pendekat A} + \text{Pendekat C} + \text{Pendekat B} \\ &= 17 + 13 + 19 + 17 \\ &= 66 \text{ kend/jam} \end{aligned}$$

- Arus kendaraan bermotor

$$\begin{aligned} Q_{MV} &= \text{Pendekat D} + \text{Pendekat A} + \text{Pendekat C} + \text{Pendekat B} \\ &= 167,5 + 375,5 + 943,5 + 167,5 \\ &= 1654 \text{ kend/jam} \end{aligned}$$

- Rasio antara arus kendaraan tak bermotor dengan kendaraan bermotor

$$\begin{aligned} P_{UM} &= \frac{Q_{UM}}{Q_{MV}} \\ P_{UM} &= \frac{66}{1654} \\ &= 0.04 \text{ kend/jam} \end{aligned}$$

Menghitung arus jalan minor + utama total untuk masing-masing gerakan (Belok kiri Q_{LT} , Lurus Q_{ST} dan Belok-kanan Q_{RT}) demikian juga Q_{TOT} secara keseluruhan dan masukkan hasilnya pada :

- Arus belok kiri

$$\begin{aligned} Q_{LT} &= \text{Pendekat C} + \text{Pendekat D} \\ &= 96,1 + 69,2 \end{aligned}$$

$$= 165,3 \text{ smp/jam}$$

$$Q_{LT} = \text{Pendekat D} + \text{Pendekat A}$$

$$= 69,2 + 251$$

$$= 320,2 \text{ smp/jam}$$

$$Q_{LT} = \text{Pendekat A} + \text{Pendekat B}$$

$$= 251 + 69,2$$

$$= 320,2 \text{ smp/jam}$$

$$Q_{LT} = \text{Pendekat B} + \text{Pendekat C}$$

$$= 69,2 + 96,1$$

$$= 165,3 \text{ smp/jam}$$

- Arus lurus

$$Q_{ST} = \text{Pendekat C} + \text{Pendekat A}$$

$$= 697,7 + 444,5$$

$$= 1142,2 \text{ smp/jam}$$

$$Q_{ST} = \text{Pendekat D} + \text{Pendekat B}$$

$$= 170 + 170$$

$$= 340 \text{ smp/jam}$$

$$Q_{ST} = \text{Pendekat A} + \text{Pendekat C}$$

$$= 444,5 + 697,7$$

$$= 1142,2 \text{ smp/jam}$$

$$Q_{ST} = \text{Pendekat B} + \text{Pendekat D}$$

$$= 170 + 170$$

$$= 340 \text{ smp/jam}$$

- Arus belok kanan

$$Q_{RT} = \text{Pendekat C} + \text{Pendekat B}$$

$$= 883,5 + 21,5$$

$$= 905 \text{ smp/jam}$$

$$Q_{RT} = \text{Pendekat B} + \text{Pendekat A}$$

$$= 21,5 + 35$$

$$= 56,5 \text{ smp/jam}$$

$$Q_{RT} = \text{Pendekat A} + \text{Pendekat D}$$

$$= 35 + 21,5$$

$$= 56,5 \text{ smp/jam}$$

$$Q_{RT} = \text{Pendekat D} + \text{Pendekat C}$$

$$= 21,5 + 883,5$$

$$= 905 \text{ smp/jam}$$

- Arus jalan minor+utama total

$$Q_{TOT} = \text{Pendekat A} + \text{Pendekat B} + \text{Pendekat C} + \text{Pendekat D}$$

$$= 730,5 + 260,7 + 1677,3 + 260,7$$

$$= 2929,2 \text{ kend/jam}$$

Menghitung rasio arus jalan minor P_{MI} yaitu arus jalan minor dibagi dengan arus total, dan hasilnya dimasukkan pada :

- Rasio arus jalan minor

$$P_{MI} = \frac{Q_{MI}}{Q_{TOT}}$$

$$P_{MI} = \frac{991,2}{2929,2}$$

$$= 0,34 \text{ smp/jam}$$

Menghitung rasio arus belok-kiri dan kanan total (P_{LT} , P_{RT}) dan hasilnya dimasukkan pada :

- Rasio arus belok kiri dan kanan total

$$P_{LT} = \frac{Q_{LT}}{Q_{TOT}}$$

$$P_{LT} = \frac{971}{2929,2}$$

$$= 0,33 \text{ smp/jam}$$

$$P_{RT} = \frac{Q_{RT}}{Q_{TOT}}$$

$$P_{RT} = \frac{1923}{2929,2}$$

$$= 0,65 \text{ smp/jam}$$

Hitung rasio antara arus kendaraan tak bermotor dengan kendaraan bermotor dinyatakan dalam kend/jam, dan masukkan hasilnya pada :

- Rasio antara arus kendaraan tak bermotor dengan kendaraan bermotor

$$P_{UM} = \frac{Q_{UM}}{Q_{MV}}$$

$$P_{UM} = \frac{66}{1654}$$

$$= 0.039 \text{ kend/jam}$$

B. Formulir USIG-II

1. Menentukan lebar pendekat dan tipe simpang

a. Lebar pendekat jalan minor

Lebar pendekat jalan minor adalah W_A 6 m. Lebar rata-rata pendekat minor adalah W_{AD} 5.25 m \leq 5.5 m. Dari tabel 2.6 didapat jumlah lajur total kedua arah adalah 2 (USIG-II, baris 14, kolom 4)

a. Lebar pendekat jalan utama

Lebar pendekat jalan utama adalah $W_B = 7$ m dan $W_C = 8.5$ m. Lebar rata-rata pendekat utama adalah W_{BC} 8,5 m \geq 5.5 m. Dari tabel 2.6 didapat jumlah lajur total kedua arah adalah 2. Diisipada formulir baris 14, kolom 7.

b. Lebar pendekat rata-rata untuk jalan utama dan minor adalah $W_1 = (W_{utama} + W_{minor})/2 = (8,5 + 5,25)/2 = 6,875$ m. Diisi pada formulir baris 14, kolom 8.

c. Tipe simpang untuk lengan simpang = 4, jumlah lajur pada pendekat jalan utama dan jalan minor masing-masing = 2, maka dari tabel 2.7 diperoleh IT = 422. Diisi pada formulir baris 14, kolom 11.

2. Menentukan Kapasitas

a. Kapasitas dasar (Co)

Variabel masukan adalah tipe IT = 422, dari Tabel 2.8 diperoleh kapasitas dasar $C_o = 2900$ smp/ja. Diisi pada formulir baris 27, kolom 20.

b. Faktor penyesuaian kapasitas

1. Lebar pendekat rata-rata (Fw)

Variabel masukan adalah lebar rata-rata semua pendekat $W_1 = 6,875$ m dan tipe simpang IT = 422. Batas nilai yang diberikan adalah grafik atau dapat digunakan rumus untuk klasifikasi IT yaitu :

Untuk tipe simpang IT = 422 :

$$\begin{aligned} F_w &= 0.70 + 0.0866 \times W_1 \\ &= 0.70 + 0.0866 \times 6.875 \\ &= 1.30 \end{aligned}$$

Hasilnya diisi pada formulir baris 27, kolom 21

2. Faktor penyesuaian median jalan utama (F_M)

Pertimbangan teknik lalu-lintas diperlukan untuk menentukan faktor median. Median disebut lebar jika kendaraan ringan standar dapat berlindung pada daerah median tanpa mengganggu arus berangkat pada jalan utama. Hal ini mungkin terjadi jika lebar median 3 m atau lebih. Pada beberapa keadaan, misalnya jika pendekat jalan utama lebar, hal ini mungkin terjadi jika median lebih sempit. Dari tabel 2.8 didapat nilai median jalan utama adalah 1 karena jalan utama tidak ada median. Diisi pada formulir baris 27, kolom 22.

3. Faktor penyesuaian ukuran kota

Berdasarkan variabel jumlah penduduk Kota Malang tahun 2010-2015 yaitu $\pm 2.899.805$ jiwa didapat nilai $F_{CS} = 1$ dari tabel 2.10. Diisi pada formulir baris 27, kolom 23.

4. Hambatan sampling (F_{RSU})

Berdasarkan data survei, variabel kelas tipe lingkungan Jalan Patimura - Trunojoyo adalah komersil, kelas hambatan sampling (SF) adalah sedang, akibat dari kendaraan bermotor dan rasio kendaraan tak bermotor (UM/MV) = 0.00 (USIG-I, baris 24, kolom 12). Didapat nilai $F_{RSU} = 0.94$ dihitung dengan menggunakan interpolasi linier pada tabel 2.11. Diisi pada formulir baris 27, kolom 24.

5. Faktor penyesuaian belok kiri

Variabel masukan adalah rasio belok kiri $P_{LT} = 0.33$ (USIG-I, baris 41, kolom 11). Batas nilai yang diberikan adalah pada gambar 2.3

Digunakan rumus :

$$\begin{aligned} F_{LT} &= 0.84 + 1.61 \times P_{LT} \\ &= 0.84 + 1.61 \times 0.33 \\ &= 1.371 \end{aligned}$$

Hasilnya diisi pada formulir baris 27, kolom 25.

6. Faktor penyesuaian belok kanan

Variabel masukan adalah rasio arus belok kanan $P_{RT} = 1$ (USIG-I, baris 43, kolom 11) dan tipe simpang IT = 422. Batas nilai yang diberikan untuk F_{MI} adalah gambar 2.4

$$F_{RT} = 1$$

Hasilnya diisi pada formulir baris 27, kolom 26.

7. Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor (F_{MI})

Variabel masukan adalah rasio arus jalan minor $P_{MI} = 0.34$ (USIG-I, baris 44, kolom 11) dan tipe simpang IT = 422. Batas nilai yang diberikan untuk F_{MI} adalah gambar 2.4

Dari tabel 2.12 didapatkan rumus :

$$\begin{aligned} F_{MI} &= 1.19 \times P_{MI}^2 - 1.19 \times P_{MI} + 1.19 \\ &= 1.19 \times 0.34^2 - 1.19 \times 0.34 + 1.19 \\ &= 0.923 \end{aligned}$$

Hasilnya diisi pada formulir baris 27, kolom 27.

8. Kapasitas (C)

Kapasitas, dihitung dengan menggunakan rumus berikut, dimana berbagai faktornya telah dihitung di atas:

$$\begin{aligned} C &= C_o \times F_W \times F_M \times F_{CS} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI} \\ &= 2900 \times 1.30 \times 1 \times 1 \times 0.94 \times 1.854 \times 1.00 \times 0.923 \\ &= 6064.29 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

Hasilnya diisi pada formulir baris 27, kolom 28.

3. Perilaku Lalulintas

a. Arus lalulintas (Q)

Arus lalulintas total $Q_{MV} = 4346$ smp/jam diperoleh dari formulir (USIG-I, baris 44, kolom 10)

b. Derajat kejenuhan (DS)

Setelah diperoleh nilai kapasitasnya $C = 3977.67$ smp/jam, maka dihitung derajat kejenuhannya dengan rumus :

$$DS = \frac{Q_{MV}}{C}$$

$$\begin{aligned} DS &= \frac{4346}{3977.67} \\ &= 1.093 \end{aligned}$$

Hasilnya diisi pada formulir baris 40, kolom 31.

c. Tundaan Lalulintas

1. Tundaan lalulintas simpang (DT_1)

Variabel masukan adalah derajat kejenuhan $DS = 1.332$. DT_1 ditentukan dari kurva empiris antara DT_1 dan DS pada gambar 2.5. Karena nilai $DS > 0.6$ maka rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} DT &= \frac{1.0504}{(0.2742 - 0.2042 \times DS)} - (1 - DS) \times 2 \\ &= \frac{1.0504}{(0.2742 - 0.2042 \times 1.093)} - (1 - 1.093) \times 2 \\ &= 20.745 \text{ det/smp} \end{aligned}$$

Hasilnya diisi pada baris 40, kolom 32.

2. Tundaan lalulintas utama (DT_{MA})

Variabel masukan adalah derajat kejenuhan $DS = 1.093$. DT_{MA} ditentukan dengan rumus antara DT_{MA} dan DS :

Untuk $DS > 0.6$:

$$DT = \frac{1.05034}{(0.346 - 0.246 \times DS)} - 1.8(1-DS)$$

$$\begin{aligned} DT &= \frac{1.05034}{(0.346 - 0.246 \times 1.093)} - 1.8(1-1.093) \\ &= 13.769 \text{ det/smp} \end{aligned}$$

Hasilnya diisi pada formulir baris 40, kolom 33.

3. Tundaan lalulintas jalan minor (DT_{MI})

Variabel masukan adalah arus lalulintas total $Q_{MV} = 4346$ smp/jam, tundaan lalulintas simpang $DTI = 20.745$, arus lalulintas jalan utama $Q_{MA} = 1928$ smp/jam (USIG-I, baris 40, kolom 10), tundaan lalulintas jalan utama $DT_{MA} = 13.769$, arus jalan minor $Q_{MI} = 991.2$ smp/jam (USIG-I, baris 31, kolom 10).

$$\begin{aligned} DT_{MI} &= \frac{(Q_{TOT} \times DTI - Q_{MA} \times DT_{MA})}{Q_{MI}} \\ DT_{MI} &= \frac{(4346 \times 20.745 - 1928 \times 13.769)}{991.2} \\ &= 64.175 \text{ det/smp} \end{aligned}$$

Hasilnya diisi pada formulir baris 40, kolom 34.

4. Tundaan geometrik simpang (DG)

Tundaan geometrik simpang adalah tundaan geometrik rata-rata seluruh kendaraan bermotor yang masuk simpang. Untuk $DS > 1$; $DG = 4$. Hasilnya diisi pada formulir baris 40, kolom 35.

5. Tundaan simpang (D)

Tundaan simpang dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} D &= DG + DT_I \\ &= 4 + 20.745 \\ &= 24.745 \text{ det/smp} \end{aligned}$$

Hasilnya diisi pada formulir baris 40, kolom 36.

6. Peluang antrian (QP %)

Variabel masukan adalah derajat kejenuhan $DS = 1.093$, rentang nilai peluang antrian dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} QP \% &= 47.71 DS - 24.68 DS^2 + 56.47 DS^3 \dots \dots \dots \text{nilai atas} \\ &= (47.71 \times 1.130) - (24.68 \times 1.130^2) + (56.47 \times 1.130^3) \\ &= 104 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} QP \% &= 9.02 DS + 20.66 DS^2 + 10.49 DS^3 \dots \dots \dots \text{nilai bawah} \\ &= (9.02 \times 1.130) + (20.66 \times 1.130^2) + (10.49 \times 1.130^3) \\ &= 51.8 \end{aligned}$$

Dengan rumus diatas didapat rentang nilai peluang antrian $QP \% = 51.8 - 104$

Hasilnya diisi pada baris 40, kolom 37.

7. Sasaran

Hasil yang didapat dari perhitungan yaitu $DS = 1.093 > 0.85$

Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada Formulir USIG-I dan USIG-II.

5.1.3 Evaluasi Kinerja Simpang Tak Bersinyal

Dari analisis data yang telah dilakukan, didapatkan hasil untuk perhitungan kinerja simpang tak bersinyal. Dimana kinerja simpang tak bersinyal meliputi derajat kejenuhan (DS) dan tundaan. Dalam evaluasi kinerja simpang tak bersinyal ini bertujuan untuk mengetahui apakah besarnya nilai derajat kejenuhan (DS) dan nilai tundaan memenuhi syarat yang telah ditentukan atau tidak pada kondisi eksisting. Untuk nilai derajat kejenuhan (DS) standart yang digunakan berdasarkan MKJI 1997. Dimana nilai derajat kejenuhan (DS) yang disyaratkan adalah 0.85. Sedangkan untuk nilai tundaan mengacu pada ketentuan dari Peraturan Menteri Perhubungan No. 96 KM 2015.

5.1.4 Evaluasi Nilai Derajat Kejenuhan (DS) pada Kondisi Eksisting

Derajat kejenuhan (DS) didefinisikan sebagai rasio arus jalan terhadap kapasitas, yang digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan. Nilai derajat kejenuhan dipengaruhi oleh beberapa faktor, yakni lebar pendekat, hambatan samping, ukuran kota, median jalan utama, dan rasio belok. Berikut ini hasil dari pengolahan data dari derajat kejenuhan (DS) pada kondisi eksisting selama periode waktu pengamatan :

Tabel 5.3 Hasil pengolahan data kondisi eksisting pada hari Senin, 25 April 2016

Hari	Jam Puncak	Kapasitas (smp/jam)	Arus Lalulintas (smp/jam)	Derajat Kejenuhan
Senin	Pagi	3977,67	4346	1,093
	Siang	4469,29	4838,4	1,083
	Sore	4231,56	5206,3	1,230

Sumber : Hasil analisis kondisi eksisting hari senin

Dari hasil analisis diatas didapatkan nilai kapasitas pada jam puncak sore sebesar 4231.56 smp/jam, arus lalulintas 5206.3 smp/jam. Dari data kapasitas dan arus lalulintas tersebut didapatkan nilai derajat kejenuhan sebesar 1.230. Dimana nilai tersebut melebihi dari ketentuan yang disarankan oleh MKJI 1997, yakni sebesar 0.85. Dari ketiga jam puncak tersebut nilai derajat kejenuhannya melebihi 0.85 semua. Untuk nilai derajat kejenuhan yang paling tinggi adalah pada sore hari karena total arus lalulintasnya paling tinggi sehingga derajat kejenuhannya pun tinggi. Semakin tinggi arus lalulintas, semakin tinggi pula nilai derajat kejenuhannya. Apabila nilai derajat kejenuhan melebihi dari nilai tersebut, maka diperlukan suatu perencanaan untuk mengurangi nilai derajat kejenuhannya.

Tabel 5.4 Hasil pengolahan data kondisi eksisting pada hari Rabu, 27 April 2016

Hari	Jam Puncak	Kapasitas (smp/jam)	Arus Lalulintas (smp/jam)	Derajat Kejenuhan
Rabu	Pagi	4231,56	4166	0,985
	Siang	4469,29	4661,5	1,043
	Sore	4469,29	5476,3	1,225

Sumber : Hasil analisis kondisi eksisting hari kamis

Dari hasil analisis diatas didapatkan nilai kapasitas pada jam puncak sore sebesar 4469.29 smp/jam, arus lalulintas 5476.3 smp/jam. Dari data kapasitas dan arus lalulintas tersebut didapatkan nilai derajat kejenuhan sebesar 1.225. Dimana nilai tersebut melebihi dari ketentuan yang disarankan oleh MKJI 1997, yakni sebesar 0.85. Dari ketiga jam puncak tersebut nilai derajat kejenuhannya melebihi 0.85 semua. Untuk nilai derajat kejenuhan yang paling tinggi adalah pada sore hari karena total arus lalulintasnya paling tinggi sehingga derajat kejenuhannya pun tinggi. Semakin tinggi arus lalulintas, semakin tinggi pula nilai derajat kejenuhannya. Apabila nilai derajat kejenuhan melebihi dari nilai tersebut, maka diperlukan suatu perencanaan untuk mengurangi nilai derajat kejenuhannya.

Tabel 5.5 Hasil pengolahan data kondisi eksisting pada hari Sabtu, 30 April 2016

Hari	Jam Puncak	Kapasitas (smp/jam)	Arus Lalulintas (smp/jam)	Derajat Kejenuhan
Sabtu	Pagi	4231,56	4566	1,079
	Siang	4469,29	5800,5	1,298
	Sore	4469,29	6259,5	1,296

Sumber : Hasil analisis kondisi eksisting hari sabtu

Dari hasil analisis diatas didapatkan nilai kapasitas pada jam puncak sore sebesar 4496.29 smp/jam, arus lalulintas 6259.5 smp/jam. Dari data kapasitas dan arus lalulintas tersebut didapatkan nilai derajat kejenuhan sebesar 1.296. Dimana nilai tersebut melebihi dari ketentuan yang disarankan oleh MKJI 1997, yakni sebesar 0.85. Dari ketiga jam puncak tersebut nilai derajat kejenuhannya melebihi 0.85 semua. Untuk nilai derajat kejenuhan yang paling tinggi adalah pada sore hari karena total arus lalulintasnya paling tinggi sehingga derajat kejenuhannya pun tinggi. Semakin tinggi arus lalulintas, semakin tinggi pula nilai derajat kejenuhannya. Apabila nilai derajat kejenuhan melebihi dari nilai tersebut, maka diperlukan suatu perencanaan untuk mengurangi nilai derajat kejenuhannya.

5.1.5 Evaluasi Nilai Tundaan pada Kondisi Eksisting

Tundaan adalah Waktu tempuh tambahan untuk melewati simpang bila dibandingkan dengan situasi tanpa simpang. Tundaan pada simpang dapat terjadi

karena dua sebab yakni tundaan lalu lintas (DT) dan tundaan geometrik (DG). Tundaan lalu lintas terjadi akibat interaksi lalu-lintas dengan gerakan yang lain dalam simpang. Sedangkan untuk tundaan geometrik terjadi akibat perlambatan dan percepatan kendaraan yang terganggu dan tak terganggu. Untuk evaluasi tundaan mengacu pada Peraturan Menteri Perhubungan No. 14 KM 2006, dimana pada peraturan tersebut berisi tentang tingkat pelayanan dari simpang maupun ruas jalan. Pada tingkat pelayanan simpang tak bersinyal atau simpang prioritas terdiri dari nilai A hingga F. Berikut ini tabel dari tingkat pelayanan untuk simpang tak bersinyal :

Tingkat pelayanan pada persimpangan.

Tingkat pelayanan pada persimpangan diklasifikasikan atas :

- 1) Tingkat pelayanan A, dengan kondisi tundaan kurang dari 5 detik kendaraan;
- 2) Tingkat pelayanan B, dengan kondisi tundaan lebih dari 5 detik sampai 15 detik perkendaraan;
- 3) Tingkat pelayanan C, dengan kondisi tundaan lebih dari 15 detik sampai 25 detik perkendaraan;
- 4) Tingkat pelayanan D, dengan kondisi tundaan lebih dari 25 detik sampai 40 detik perkendaraan;
- 5) Tingkat pelayanan E, dengan kondisi tundaan lebih dari 40 detik sampai 60 detik perkendaraan;
- 6) Tingkat pelayanan F, dengan kondisi tundaan lebih dari 60 detik perkendaraan;

Sumber : Peraturan Menteri Perhubungan No. 96 KM 2015

Untuk simpang dengan tingkat pelayanan A merupakan simpang dengan kinerja yang baik. Sedangkan untuk tingkat pelayanan simpang dengan nilai F merupakan simpang dengan kinerja yang jelek. Sehingga untuk simpang dengan kinerja yang jelek harus direncanakan suatu perbaikan untuk meningkatkan kinerja pada simpang tersebut. Pada Jalan Patimura - Trunojoyo sistem jaringan jalannya adalah lokal primer. Untuk jalan lokal primer tingkat pelayanannya adalah sekurang-kurangnya C. Sehingga apabila tingkat pelayanan yang dihasilkan bernilai lebih dari C maka jalan tersebut perlu dilakukan perbaikan.

Tabel 5.6 Data hasil pengolahan tundaan

Hari	Jam Puncak	Kapasitas (smp/jam)	Arus Lalulintas (smp/jam)	Derajat Kejenuhan	Tunda rata-rata det/kend	Tingkat Pelayanan
Senin	Pagi	3977,67	4346	1,093	24,74	C
	Siang	4469,29	4838,4	1,083	15,78	C
	Sore	4231,56	5206,3	1,230	32,77	D
Rabu	Pagi	4231,56	4166	0,985	18,79	C
	Siang	4469,29	4661,5	1,043	15,78	C
	Sore	4469,29	5476,3	1,225	27,03	D
Sabtu	Pagi	4231,56	4566	1,079	21,93	C
	Siang	4469,29	5800,5	1,298	58,84	E
	Sore	4469,29	6259,5	1,296	50,71	E

Sumber : Hasil analisis tundaan

Pada tabel diatas merupakan data tundaan rata-rata maksimum selama 3 hari pengamatan. Setelah diketahui tundaan rata-rata maksimumnya maka akan diketahui tingkat pelayanannya. Untuk hari senin tingkat pelayanan pada pagi hari memenuhi syarat yang telah ditentukan oleh Peraturan Menteri Perhubungan No. 14 KM 2006. Pada hari Senin untuk pagi dan siang hari tingkat pelayanannya sudah minimal, yakni nilai C, dan sore hari adalah D. Pada hari rabu tingkat pelayanan yang diperoleh adalah C, untuk pagi dan siang, sedangkan sore hari tingkat pelayanannya adalah D.

Untuk hari sabtu pagi tingkat pelayanannya yakni C, sedangkan untuk siang dan sore hari tingkat pelayanan yang dihasilkan sangat jelek yakni mencapai nilai E. Dimana nilai E merupakan nilai jelek pada tingkat pelayanan yang telah ditentukan. Dari hasil evaluasi tundaan di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa simpang patimura - trunojoyo perlu direncanakan suatu perbaikan agar tingkat pelayanan yang dihasilkan sekurang-kurangnya C.

5.2 Alternatif untuk Perbaikan Sistem Pengendalian Simpang

Dari evaluasi yang telah dilakukan sebelumnya didapatkan hasil yang melebihi dari syarat yang telah ditentukan baik itu derajat kejenuhan (DS), maupun tundaan yang mengacu pada syarat yang telah ditentukan didalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997) dan Peraturan Menteri Pehubungan No.tahun 2015, sehingga langkah selanjutnya yang dilakukan adalah merencanakan perbaikan dengan tujuan untuk meningkatkan sistem pengendalian simpang pada persimpangan Jl. Patimura – Jl. Trunojoyo. Ada beberapa alternatif perbaikan yang akan direncanakan dan pada akhirnya akan dipilih satu alternatif terbaik untuk perbaikan sistem pengendalian simpang ini.

5.2.1 Alternatif 1 Perencanaan menggunakan lampu lalu lintas.

Kriteria untuk suatu persimpangan sudah harus dipasang alat pemberi isyarat lalulintas adalah (Departemen Perhubungan. I-3)

1. Arus minimal lalu lintas yang menggunakan rata-rata diatas 750 kendaraan/jam selama 8 jam dalam sehari;

2. Atau bila waktu menunggu/tundaan rata-rata kendaraan di persimpangan telah melampaui 30 detik;
3. Atau persimpangan digunakan oleh rata-rata lebih dari 175 pejalan kaki/jam selama 8 jam dalam sehari;
4. Atau sering terjadi kecelakaan pada persimpangan yang bersangkutan;
5. Atau merupakan kombinasi dari sebab- sebab yang disebutkan di atas.

5.3 Alternatif 2 Perencanaan menggunakan lampu lalu lintas.

5.3.1 Skenario 1

- Menggunakan 4 fase eksisting

Perencanaan pemasangan lampu sinyal 4 fase tanpa perencanaan geometrik.

Untuk contoh perhitungan yang digunakan adalah hari Sabtu, 30 April 2016 pada jam puncak pagi. Analisis yang digunakan menggunakan metode MKJI 1997. Pada perhitungan MKJI 1997 simpang bersinyal terdapat 5 formulir yang harus diisi, yakni:

1. Formulir SIG – I : geometri, pengaturan lalulintas dan lingkungan
2. Formulir SIG – II : arus lalulintas
3. Formulir SIG – III : waktu antar hijau dan waktu hilang
4. Formulir SIG – IV : penentuan waktu sinyal dan kapasitas
5. Formulir SIG – V : panjang antrian, jmlah kendaraan terhenti dan tundaan.

A. Formulir SIG – I

Pada formulir SIG – I data-data yang tersaji adalah data geometri, pengaturan lalu lintas dan lingkungan. Data-data pada formulir SIG – I adalah sebagai berikut

Kota : Malang

Ukuran kota : $\pm 2.111.805$ jiwa

Hari/tanggal : Sabtu, 30 April 2016

Pada analisis perencanaan lampu sinyal ini, kondisi geometri dan lingkungan dari simpang ini adalah sebagai berikut :

1. Tipe lingkungan jalan :

- a. Jl. Patimura (barat) : komersil
- b. Jl. Trunojoyo : komersil
- c. Jl. Patimura (timur) : komersil
- d. Jl. Cokroaminoto : komersil

2. Hambatan samping

- a. Jl. Patimura (barat) : Rendah
- b. Jl. Trunojoyo : Rendah
- c. Jl. Patimura (timur) : Rendah
- d. Jl. Cokroaminoto : Rendah

3. Median

Pada simpang ini tidak direncanakan median

4. Kelandaian

Untuk kelandaian pada simpang Jl. Patimura – Jl. Trunojoyo yaitu 1

5. Belok kiri langsung

Pada simpang ini tidak direncanakan belok kiri langsung.

$$6. \text{ LT : } W_A = W_{\text{MASUK}} = W_{\text{KELUAR}} = 7 \text{ m}$$

$$\text{LS : } W_A = W_{\text{MASUK}} = W_{\text{KELUAR}} = 10 \text{ m}$$

$$\text{LB : } W_A = W_{\text{MASUK}} = W_{\text{KELUAR}} = 5 \text{ m}$$

$$\text{LU : } W_A = W_{\text{MASUK}} = W_{\text{KELUAR}} = 6 \text{ m}$$

B. Formulir SIG – II

Formulir SIG – II berisikan data arus lalu lintas dan rasio belok simpang tiga gajayana. Berikut ini perhitungan arus lalu lintas dan rasio belok simpang. Untuk perhitungan lalu lintas dikonversi menjadi satuan mobil penumpang (smp) sehingga dikalikan dengan ekivalen mobil penumpang (emp). Nilai emp dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 5.7 Nilai emp untuk tipe pendekat terlindung dan terlawan

Jenis Kendaraan	emp untuk tipe pendekat:	
	Terlindung	Terlawan
Kendaraan Ringan (LV)	1,0	1,0
Kendaraan Berat (HV)	1,3	1,3
Sepeda Motor (MC)	0,2	0,4

Sumber : Dirjen. Bina Marga, MKJI : Simpang Bersinyal, 1997, hal 2-10

- Arus kendaraan bermotor pada kaki simpang Jl. Patimura (Timur) pada jam puncak pagi :

Sabtu, 30 April 2016

Penjumlahan jumlah kendaraan yang belok kiri :

- Sepeda Motor : 20,2 smp/jam
- Kendaraan Ringan : 17 smp/jam
- Kendaraan Berat : 3,9 smp/jam
- Jumlah (RT) : 41,6 smp/jam

Penjumlahan jumlah kendaraan yang lurus:

- Sepeda Motor : 46,8 smp/jam
- Kendaraan Ringan : 65 smp/jam
- Kendaraan Berat : 0 smp/jam
- Jumlah (ST) : 111,8 smp/jam

Penjumlahan jumlah kendaraan yang belok kanan :

- Sepeda Motor : 3,8 smp/jam
- Kendaraan Ringan : 5 smp/jam
- Kendaraan Berat : 0 smp/jam
- Jumlah (RT) : 8,8 smp/jam

Total kendaraan bermotor (MV) smp/jam

$$\begin{array}{rclclcl}
 \Sigma \text{ Sepeda Motor} & : & 20,2 & + & 46,8 & + & 3,8 & = & 70,8 & \text{smp/jam} \\
 \Sigma \text{ Kendaraan Ringan} & : & 17 & + & 65 & + & 5 & = & 87 & \text{smp/jam} \\
 \Sigma \text{ Kendaraan Berat} & : & 3,9 & + & 0 & + & 0 & = & 3,9 & \text{smp/jam} \\
 \text{Jumlah (Total)} & & & & & & & = & \underline{161,7} & \text{smp/jam}
 \end{array}$$

Total kendaraan bermotor (MV) kend/jam

Σ Sepeda Motor	:	101	+	234	+	19	=	354	smp/jam
Σ Kendaraan Ringan	:	17	+	65	+	5	=	87	smp/jam
Σ Kendaraan Berat	:	3	+	0	+	0	=	3	smp/jam
Jumlah (Total)							=	<u>444</u>	smp/jam

- Arus kendaraan tak bermotor pada kaki simpang Patimura (timur) pada jam puncak pagi

- Belok Kiri	=	5	kend/jam
- Lurus	=	7	kend/jam
- Belok kanan	=	7	kend/jam
- Jumlah (QUM)	=	<u>19</u>	kend/jam

- Rasio kendaraan tak bermotor

$$PUM = \frac{QUM}{QMV}$$

$$PUM = \frac{19}{444}$$

$$= 0.04$$

- Rasio kendaraan belok kanan

$$PRT = \frac{RT}{\text{Total}}$$

$$PRT = \frac{8,8}{161,7}$$

$$= 0,054$$

C. Formulir SIG – III

1. Menentukan waktu hijau dan waktu hilang

$$\text{Merah semua} = \left[\frac{(L_{EV} + I_{EV})}{V_{EV}} - \frac{L_{AV}}{V_{AV}} \right]$$

Dimana :

L_{EV}, L_{AV} = Jarak dari garis henti ke titik konflik masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m)

I_{EV} = Panjang kendaraan yang berangkat (m)

V_{EV}, V_{AV} = Kecepatan masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m/det)

Kecepatan kendaraan yang datang V_{AV} : 10 m/det (kend.bermotor)

Kecepatan kendaraan yang berangkat V_{EV} : 10 m/det (kend.bermotor)

: 3 m/det (kend.tak bermotor

misalnya sepeda)

: 1.2 m/det (pejalan kaki)

Panjang kendaraan yang berangkat I_{EV} : 5 m (LV atau HV)

: 5 m (MC atau UM)

Langkah – Langkah menentukan waktu antar hijau dan waktu hilang

1. Menentukan jarak dari garis henti ke titik konflik masing-masing untuk

kendaraan yang berangkat dan yang datang (LEV dan LAV). Penentuan ini dilakukan dengan menggambar kejadian dengan titik konflik. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut :

2. Penentuan waktu merah semua dari fase 1 dan fase 2 adalah pembulatan ke nilai yang lebih besar dari perhitungan waktu merah

Kecepatan kendaraan yang datang $V_{AV} : 10 \text{ m/det (kend. bermotor)}$

Kecepatan kendaraan yang berangkat $V_{EV} : 10 \text{ m/det (kend. bermotor)}$

Panjang kendaraan yang berangkat $I_{EV} : 5 \text{ m}$

Untuk panjang L_{AV} dan L_{EV} dapat dilihat pada perhitungan berikut:

- Simpang barat

$$L_{EV} = 13,9 \text{ m}$$

$$L_{AV} = 10,55 \text{ m}$$

$$V_{EV} = 10 \text{ m/det}$$

$$V_{AV} = 10 \text{ m/det}$$

$$I_{ev} = 5 \text{ m}$$

Fase 1 simpang barat

$$\text{Merah semua} = \left[\frac{(L_{EV} + I_{EV})}{V_{EV}} - \frac{L_{AV}}{V_{AV}} \right]$$

$$\text{Merah semua} = \left[\frac{(13,9 + 5)}{10} - \frac{10,55}{10} \right]$$

$$= 0.835 \text{ det}$$

- Simpang utara

$$L_{EV} = 10,55 \text{ m}$$

$$L_{AV} = 13,07 \text{ m}$$

$$V_{EV} = 10 \text{ m/det}$$

$$V_{AV} = 10 \text{ m/det}$$

$$I_{ev} = 5 \text{ m}$$

Fase 2 simpang barat

$$\text{Merah semua} = \left[\frac{(L_{EV} + I_{EV})}{V_{EV}} - \frac{L_{AV}}{V_{AV}} \right]$$

$$\text{Merah semua} = \left[\frac{(10,55 + 5)}{10} - \frac{13,07}{10} \right]$$

$$= 0.248 \text{ det}$$

- Simpang timur

$$L_{EV} = 14,31 \text{ m}$$

$$L_{AV} = 10,17 \text{ m}$$

$$V_{EV} = 10 \text{ m/det}$$

$$V_{AV} = 10 \text{ m/det}$$

$$I_{ev} = 5 \text{ m}$$

Fase 3 simpang utara

$$\text{Merah semua} = \left[\frac{(L_{EV} + I_{EV})}{V_{EV}} - \frac{L_{AV}}{V_{AV}} \right]$$

$$\text{Merah semua} = \left[\frac{(14,31 + 5)}{10} - \frac{10,17}{10} \right]$$

$$= 0,914 \text{ det}$$

- Simpang selatan

$$L_{EV} = 12,14 \text{ m}$$

$$L_{AV} = 11,07 \text{ m}$$

$$V_{EV} = 10 \text{ m/det}$$

$$V_{AV} = 10 \text{ m/det}$$

$$I_{ev} = 5 \text{ m}$$

Fase 3 simpang utara

$$\text{Merah semua} = \left[\frac{(L_{EV} + I_{EV})}{V_{EV}} - \frac{L_{AV}}{V_{AV}} \right]$$

$$\text{Merah semua} = \left[\frac{(12,14 + 5)}{10} - \frac{11,07}{10} \right]$$

$$= 0,607 \text{ det}$$

3. Waktu kuning hilang total didapat dari 3 detik dikalikan 4 fase maka diperoleh 12 detik.

4. Waktu hilang total (LTI)

$$LTI = \Sigma (\text{merah semua} + \text{waktu hilang})$$

$$= \Sigma (4 + 12)$$

$$= 16 \text{ detik}$$

D. Formulir SIG - IV

1. Kode pendekat

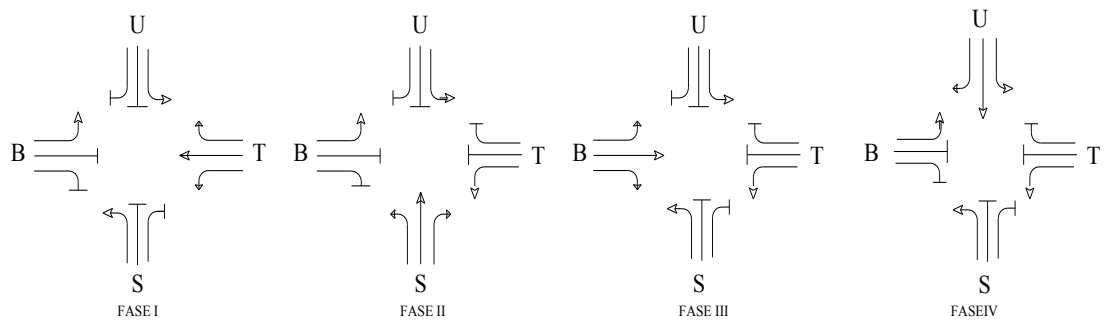
Kode pendekat ditujukan berdasarkan mata angin

2. Hijau fase no.

Untuk urutan yang pertama adalah arah timur, selatan, barat, kemudian utara.

3. Tipe pendekat

Tipe pendekat dibagi menjadi 2 yakni terlindung dan terlawan. Pada simpang ini direncanakan fase terlindung untuk semua pendekat.



Gambar 5.1 Perencanaan 4 fase skenario 1 pada simpang empat Trunojoyo

4. Rasio kendaraan berbelok (PLTOR)

Merupakan rasio kendaraan berbelok untuk tiap pendekat yang belok ke kiri langsung.

5. Rasio kendaraan berbelok (PLT)

Merupakan rasio kendaraan berbelok untuk tiap pendekat yang belok ke kiri.

$$\text{Pendekat timur} = 0,263$$

$$\text{Pendekat barat} = 0,310$$

$$\text{Pendekat selatan} = 0,068$$

$$\text{Pendekat utara} = 0,388$$

6. Rasio kendaraan berbelok (PRT)

Merupakan rasio kendaraan berbelok untuk tiap pendekat yang belok ke kanan

$$\text{Pendekat timur} = 0,067$$

$$\text{Pendekat barat} = 0,079$$

$$\text{Pendekat selatan} = 0,449$$

$$\text{Pendekat utara} = 0,048$$

7. Arus RT smp/jam (QRT)

Arus kendaraan belok kanan dalam smp/jam dalam arahnya sendiri

$$\text{Pendekat timur} = 9,6 \text{ smp/jam}$$

$$\text{Pendekat barat} = 9,6 \text{ smp/jam}$$

$$\text{Pendekat selatan} = 545,5 \text{ smp/jam}$$

$$\text{Pendekat utara} = 23 \text{ smp/jam}$$

8. Arus RT smp/jam (QRTO)

Arus kendaraan belok kanan dalam smp/jam dalam arah berlawanan. Karena pada simpang ini tipe pendekatnya terlindung sehingga untuk QRTO tidak ada.

9. Lebar pendekat (m)

Pendekat timur :

$$W_A = \text{Lebar pendekat} = 7,0 \text{ m}$$

$$W_{\text{MASUK}} = \text{Lebar masuk} = 7,0 \text{ m}$$

$$W_{\text{LTOR}} = \text{Kiri} = 0 \text{ m}$$

$$W_e = W_A + W_{\text{LTOR}} = 7,0 \text{ m}$$

$$W_{\text{KELUAR}} < W_e \times (1 - \text{PRT}) = 7,0 \text{ m}$$

Pendekat selatan:

$$W_A = \text{Lebar pendekat} = 10,00 \text{ m}$$

$$W_{\text{MASUK}} = \text{Lebar masuk} = 10,00 \text{ m}$$

$$W_{\text{LTOR}} = \text{Kiri} = 0 \text{ m}$$

$$W_e = W_A + W_{\text{LTOR}} = 10,00 \text{ m}$$

$$W_{\text{KELUAR}} < W_e \times (1 - \text{PRT}) = 10,00 \text{ m}$$

Pendekat barat:

$$W_A = \text{Lebar pendekat} = 5,0 \text{ m}$$

$$W_{\text{MASUK}} = \text{Lebar masuk} = 5,0 \text{ m}$$

$$W_{\text{LTOR}} = \text{Kiri} = 0 \text{ m}$$

$$W_e = W_A + W_{\text{LTOR}} = 5,0 \text{ m}$$

$$W_{\text{KELUAR}} < W_e \times (1 - \text{PRT}) = 5,0 \text{ m}$$

Pendekat utara:

$$W_A = \text{Lebar pendekat} = 6,0 \text{ m}$$

$$W_{\text{MASUK}} = \text{Lebar masuk} = 6,0 \text{ m}$$

$$W_{\text{LTOR}} = \text{Kiri} = 0 \text{ m}$$

$$W_e = W_A + W_{\text{LTOR}} = 6,0 \text{ m}$$

$$W_{\text{KELUAR}} < W_e \times (1 - \text{PRT}) = 6,0 \text{ m}$$

10. Nilai dasar smp/jam (hijau)

Menghitung arus jenuh dengan rumus :

$$S_o = 600 \times W_e$$

$$\text{Pendekat timur} = 600 \times 7,0 = 4200 \text{ smp/jam}$$

Pendekat selatan = $600 \times 10,0 = 6000$ smp/jam

Pendekat barat = $600 \times 5,0 = 3000$ smp/jam

Pendekat utara = $600 \times 6,0 = 3600$ smp/jam

11. Faktor-faktor penyesuaian semua tipe pendekat (Ukuran kota F_{cs})

Tabel 5.8 Faktor penyesuaian ukuran kota

Penduduk kota (Juta jiwa)	Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{cs})
> 3,0	1,05
1,0-3,0	1,00
0,5- 1,0	0,94
0,1-0,5	0,83
< 0,1	0,82

Sumber : Dirjen. Bina Marga, MKJI : Simpang Bersinyal, 1997, hal 2-53

Karena kota Malang memiliki masyarakat 1 - 3 juta jiwa maka faktor penyesuaian ukuran kota menggunakan 1.

12 Hambatan samping (F_{FS})

Tabel 5.9 Faktor penyesuaian untuk tipe lingkungan jalan, hambatan samping, dan kendaraan tak bermotor

Lingkungan jalan	Hambatan samping	Tipe fase	Rasio kendaraan tak bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	$\geq 0,25$
Komersial (COM)	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		Terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
		Terlindung	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Rendah	Terlawan	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
		Terlindung	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83
Permukiman (RES)	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,99	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
		Terlindung	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85
	Rendah	Terlawan	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,74
		Terlindung	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86
Akses terbatas (RA)	Tinggi/Sedang/Rendah	Terlawan	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
		Terlindung	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

Sumber : Dirjen. Bina Marga, MKJI : Simpang Bersinyal, 1997, hal 2-53

Pada simpang tiga gajayana tipe lingkungan jalan, hambatan samping, tipe fase, dan rasio kendaraan tak bermotor dengan rincian sebagai berikut:

Pendekat timur

Tipe lingkungan jalan = komersil

Hambatan samping = rendah

Tipe fase = terlindung

Rasio kendaraan tak bermotor = 0.071

Sehingga nilai rasio yang digunakan adalah 1

Pendekat barat dan selatan

Tipe lingkungan jalan = komersil

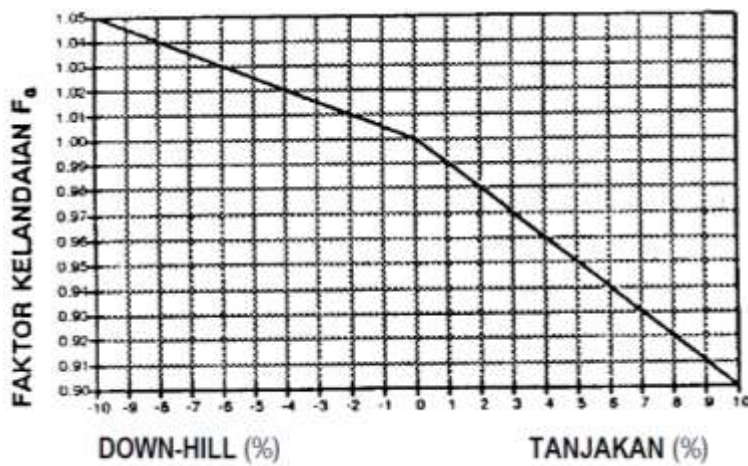
Hambatan samping = rendah

Tipe fase = terlindung

Rasio kendaraan tak bermotor = 0.076

Sehingga nilai rasio yang digunakan adalah 1

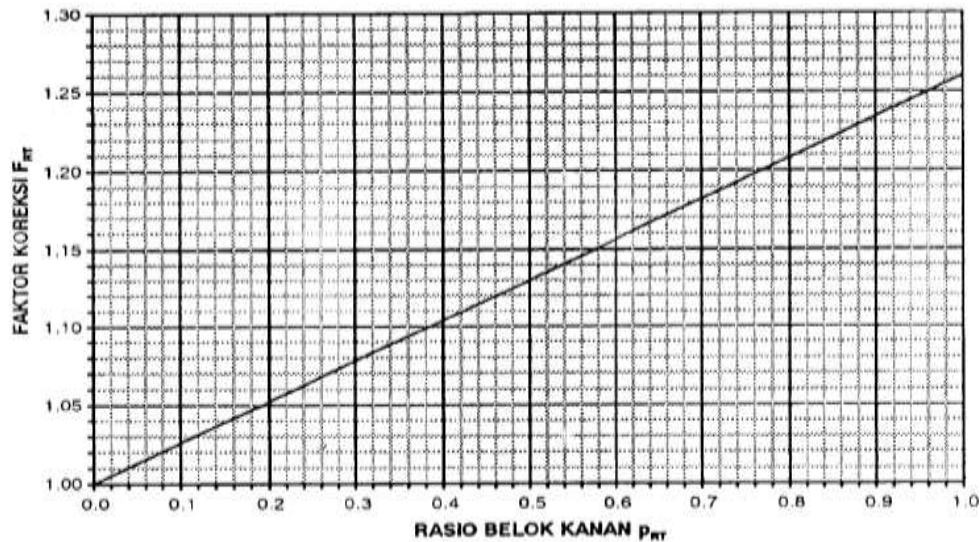
13. Kelandaian (FG)



Sumber :Dirjen. Bina Marga, MKJI : Simpang Tak Bersinyal, 1997, hal 2-54

Gambar 5.2 Grafik faktor penyesuaian untuk kelandaian (F_G)

14. Faktor – faktor penyesuaia Belok Kanan (F_{RT})



Sumber : Dirjen. Bina Marga, MKJI : Simpang Tak Bersinyal, 1997, hal 2-54

Gambar 5.3 Grafik faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT})

Untuk menentukan faktor penyesuaian belok kanan bisa menggunakan rumus $F_{RT} = 1.0 + P_{RT} \times 0.26$ atau dengan gambar grafik 5.4 diatas. Berikut ini perhitungan untuk mencari rasio belok kanan :

Perhitungan Untuk kaki simpang Jl. Patimura (timur) :

$$\begin{aligned}
 F_{RT} &= 1.000 + P_{RT} \times 0.26 \\
 &= 1.000 + 0,067 \times 0.26 \\
 &= 1.017
 \end{aligned}$$

Perhitungan Untuk kaki simpang Jl. Trunojoyo (selatan):

$$\begin{aligned}\text{FRT} &= 1.000 + \text{PRT} \times 0.26 \\ &= 1.000 + 0,499 \times 0.26 \\ &= 1.130\end{aligned}$$

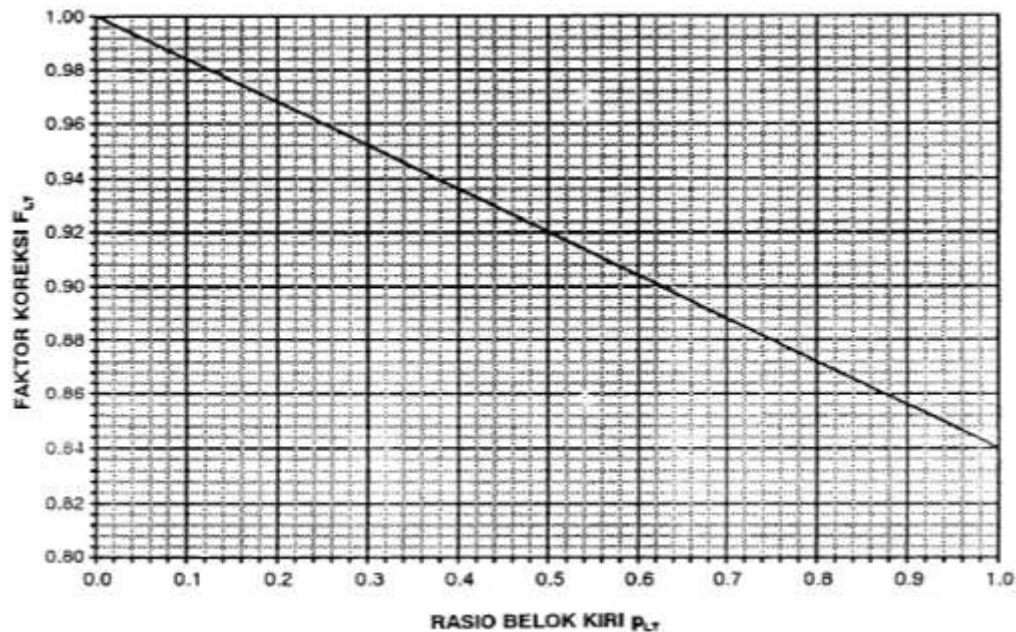
Perhitungan Untuk kaki simpang Jl. Patimura (barat) :

$$\begin{aligned}\text{FRT} &= 1.000 + \text{PRT} \times 0.26 \\ &= 1.000 + 0,079 \times 0.26 \\ &= 1,021\end{aligned}$$

Perhitungan Untuk kaki simpang Jl. Cokroaminoto (utara) :

$$\begin{aligned}\text{FRT} &= 1.000 + \text{PRT} \times 0.26 \\ &= 1.000 + 0,048 \times 0.26 \\ &= 1,012\end{aligned}$$

15. Faktor penyesuaian belok kiri (F_{LT})



Sumber : Dirjen. Bina Marga, MKJI : Simpang Tak Bersinyal, 1997, hal 2-55

Gambar 5.4 Grafik penyesuaian belok kiri (F_{LT})

Untuk menentukan faktor penyesuaian belok kiri bisa menggunakan rumus $F_{RT} = 1.0 + P_{LT} \times 0.16$ atau dengan gambar grafik 5.5 diatas. Berikut ini perhitungan untuk mencari rasio belok kiri :

Perhitungan untuk kaki simpang Jl. Patimura (timur) :

$$\begin{aligned} F_{LT} &= 1.000 - P_{LT} \times 0.16 \\ &= 1.000 - 0,263 \times 0.16 \\ &= 0,958 \end{aligned}$$

Perhitungan untuk kaki simpang Jl. Trunojoyo (selatan):

$$\begin{aligned} \text{FLT} &= 1.000 - \text{PLT} \times 0.16 \\ &= 1.000 - 0,068 \times 0.16 \\ &= 0,989 \end{aligned}$$

Perhitungan Untuk kaki simpang Jl. Patimura (barat) :

$$\begin{aligned} \text{FLT} &= 1.000 - \text{PLT} \times 0.16 \\ &= 1.000 - 0,310 \times 0.16 \\ &= 0,950 \end{aligned}$$

Perhitungan Untuk kaki simpang Jl. . Cokroaminoto (utara) :

$$\begin{aligned} \text{FLT} &= 1.000 - \text{PLT} \times 0.16 \\ &= 1.000 - 0,388 \times 0.16 \\ &= 0,938 \end{aligned}$$

16. Menghitung arus jenuh yang disesuaikan

$$S = S_o \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT} \text{ smp/jam hijau}$$

Contoh perhitungan diambil dari kaki simpang Jl. Soekarno (barat)

$$S = S_o \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT}$$

$$= 4200 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1,03 \times 1,017 \times 0.958$$

$$= 3848,1 \text{ smp/jam hijau}$$

17. Arus lalulintas (Q)

Data arus lalu lintas diambil dari formulir SIG-I kolom 13 pada masing-masing pendekat. Sebagai contoh arus lalulintas pendekat selatan pada jam puncak pagi, yakni 271,6 smp/jam.

18. Rasio arus (FR)

Menghitung rasio arus dengan menggunakan rumus:

$$FR = Q/S$$

$$= 271,6/3848,1$$

$$= 0,071$$

19. Rasio fase (PR)

$$PR = FR_{crit} / IFR$$

$$PR = 0.071/ 0.591$$

$$= 0.119$$

Dimana IFR adalah jumlah dari rasio FR pada seluruh kaki simpang

20. Waktu siklus dan waktu hijau (detik)

a. Waktu siklus sebelum penyesuaian

Menghitung waktu siklus sebelum penyesuaian (cua.) untuk pengendalian waktu tetap, dan masukkan hasilnya kedalam kotak dengan tanda "waktu siklus" pada bagianterbawah Kolom 11 dari Formulir SIG-IV.Berikut ini contoh perhitungan pada pendekat selatan.

$$\begin{aligned} \text{cua} &= (1,5 \times \text{LTI} + 5) / (1 - \text{IFR}) \\ &= (1,5 \times 12 + 5) / (1 - 0.690) \\ &= 74,123 \text{ det} \approx 74 \text{ det} \end{aligned}$$

dimana:

cua= Waktu siklus sebelum penyesuaian sinyal (det)

LTI = Waktu hilang total per siklus (det) (Dari sudut kiri bawah pada Formulir SIGIV)

IFR = Rasio arus simpang $\Sigma(\text{FRCRIT})$ (Dari bagian terbawah Kolom 19)

b. Waktu hijau

Menghitung waktu hijau (g) untuk masing-masing fase:

$$\begin{aligned} g_i &= (\text{cua} - \text{LTI}) \times \text{PR } i \\ &= (70 - 12) \times (0.359) \\ &= 22 \text{ det} \end{aligned}$$

di mana:

g_i = Tampilan waktu hijau pada fase i (det)

cua= Waktu siklus sebelum penyesuaian (det)\LTI = Waktu hilang total per siklus (bagian terbawah Kolom4)

$PR_i = \text{Rasio fase } FR_{crit} / \Sigma(FR_{crit} \text{ (dari Kolom 20)})$

Waktu hijau yang lebih pendek dari 10 detik harus dihindari, karena dapat mengakibatkan pelanggaran lampu merah yang berlebihan dan kesulitan bagi pejalan kaki untuk menyeberang jalan. Masukkan hasil waktu hijau yang telah dibulatkan keatas tanpa pecahan (det) ke dalam Kolom 21.

c. Waktu siklus yang disesuaikan

Hitung waktu siklus yang disesuaikan (c) berdasar pada waktu hijau yang diperoleh dan telah dibulatkan dan waktu hilang (LTI) dan masukkan hasilnya pada bagian terbawah Kolom 11 dalam kotak dengan tanda waktu siklus yang disesuaikan.

$$\begin{aligned} C &= \Sigma g + LTI \\ &= 62 + 12 \\ &= 74 \text{ det} \end{aligned}$$

21. Kapasitas

Menghitung kapasitas masing-masing pendekat dan masukkan hasilnya pada Kolom 22 dengan rumus :

$$C = S \times g/c(\text{smp/jam})$$

Berikut ini contoh perhitungan kapasitas pada pendekat barat.

$$C = g/c \times S$$

$$= 37/70,876 \times 3848,1$$

$$= 355,92 \text{ smp/jam}$$

22. Derajat Kejenuhan

Menghitung derajat kejenuhan masing-masing pendekat dengan rumus :

$$DS = Q/C$$

Berikut ini contoh perhitungan derajat kejenuhan pada pendekat selatan.

$$DS = Q/C$$

$$= 271,6/355,92$$

$$= 0,763$$

E. Formulir SIG-V

1. Panjang antrian

Gunakan hasil perhitungan derajat kejenuhan (kolom 5) untuk menghitung jumlah antrian smp (NQ1) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya. Untuk hasil perhitungan NQ1 dimasukkan pada kolom 6.

Untuk $DS > 0.5$, menggunakan rumus :

$$NQ_1 = 0.25 \times C \left[(DS-1) + \sqrt{(DS-1)^2 + \frac{8 \times (DS-0.5)}{C}} \right]$$

Dimana :

NQ_1 = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

DS = derajat kejenuhan

GR = rasio hijau

C = kapasitas (smp/jam) = arus jenuh dikalikan rasio hijau (S×GR)

$$NQ_1 = 0.25 \times 1051,6 \left[(0.823-1) + \sqrt{(0.823-1)^2 + \frac{8 \times (0.823-0.5)}{1051,6}} \right]$$
$$= 1,083 \text{ smp}$$

Hitung jumlah antrian smp yang datang selama fase merah (NQ₂), dan masukkan hasilnya pada Kolom 7.

$$NQ_2 = c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

dimana

NQ₂ = jumlah smp yang datang selama fase merah

DS = derajat kejenuhan

GR = rasio hijau

c = waktu siklus (det)

Qmasuk = arus lalu-lintas pada tempat masuk diluar LTOR (smp/jam)

$$NQ_2 = 74 \times \frac{1-17}{1-17 \times 0.823} \times \frac{865,4}{3600}$$
$$= 7,422 \text{ smp (kolom 7)}$$

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

$$= 1,083 + 7,422$$

$$= 8,505 \text{ smp (kolom 8)}$$

- Panjang antrian

$$QL = \frac{NQ_{\max} \times 20}{W_{\text{masuk}}}$$

$$= \frac{7,422 \times 20}{7}$$

$$= 21,205 \text{ m}$$

- Kendaraan terhenti

Menghitung angka henti (NS) masing-masing pendekat yang didefinisikan sebagai jumlah rata-rata berhenti per smp (termasuk berhenti berulang dalam antrian) dengan rumus dibawah ini:

$$NS = 0.9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600$$

dimana:

c = waktu siklus (det)

Q = arus lalu-lintas (smp/jam)

$$NS = 0.9 \times \frac{23,662}{865,4 \times 74} \times 3600$$

$$= 1,431 \text{ smp/jam (kolom 11)}$$

Menghitung jumlah kendaraan terhenti (NSV) masing-masing pendekat dan masukkan hasilnya pada Kolom (12).

$$NSV = Q \times NS \text{ (smp/jam)}$$

$$= 271,6 \times 1,431$$

$$= 388,782 \text{ smp/jam}$$

- Tundaan

$$DT = c \times A + \frac{NQ_1 \times 3600}{C}$$

Dimana:

DT = Tundaan lalu lintas rata –rata (det/smp)

c = waktu siklus yang disesuaikan

$$A = \frac{0.5 \times (1 - gr)^2}{(1 - GR \times DS)}$$

DS = derajat kejenuhan dari kolom 4

GR = Rasio hijau (q/c) dari kolom 5

NQ1= jumlah kend yang tersisa dari fase hijau sebelumnya dari kolom 6

C = Kapasitas (smp/jam) dari kolom 3

$$DT = 74 \times \frac{0,5 \times (1 - 0.301)^2}{(1 - 0.301 \times 0.823)} + \frac{1,789 \times 3600}{1051,6}$$

$$= 42,354 \text{ detik/smp (kolom 13)}$$

Menentukan tundaan geometri rata-rata masing-masing pendekat (DG) akibat perlambatan dan percepatan ketika menunggu giliran pada suatu simpang dan/atau ketika dihentikan oleh lampu merah:

$$DG_j = (1 - PSV) \times PT \times 6 + (PSV \times 4)$$

dimana:

DG_j = Tundaan geometri rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

PSV = Rasio kendaraan terhenti pada pendekat = $\text{Min}(NS, 1)$

PT = Rasio kendaraan berbelok pada pendekat dari Formulir SIG-IV

$$DG_j = (1 - 1,208) \times 0.361 \times 6 + (0,361 \times 4)$$

$$= 5,046 \text{ detik/smp}$$

$$\text{Tundaan rata - rata (D)} = DT + DG$$

$$= 42,354 + 5,046$$

$$= 47,400 \text{ detik/smp (kolom 15)}$$

Untuk seluruh perhitungan selama waktu pengamatan, yakni hari Senin 25 April 2016, Rabu 27 April 2016, dan Sabtu April 2016 di semua pendekat dapat dilihat pada Formulir SIG – I sampai SIG – V. Berikut ini adalah hasil perhitungan alternatif kedua selama 3 hari pengamatan.

Tabel 5.10 Kinerja persimpangan bersinyal Sabtu, 30 April 2016

Jam puncak	Pendekat	Arus lalu lintas (Q) (smp/jam)	Waktu hijau (detik)	Waktu siklus (c)	Tundaan rata-rata (det/kend)	Kapasitas (smp/jam)	Derajat Kejenuhan	Tundaan rata-rata (det/smp)
Pagi	T	161,7	3	47	10,109	277,405	0,583	28
	S	1105,2	14		7,993	1896,027	0,583	19
	B	161,7	5		10,672	277,405	0,583	29
	U	488	11		9,878	837,189	0,583	21
Siang	T	1783,2	850	664	28,612	1830,514	0,974	73
	S	1186,9	259		24,336	1218,392	0,974	55
	B	192,3	71		17,551	197,402	0,974	44
	U	686	316		31,698	704,202	0,974	60
Sore	T	1776,8	143	317	18,401	1644,030	1,081	48
	S	1334,6	62		18,698	1234,873	1,081	46
	B	220	23		22,426	203,561	1,081	54
	U	778,6	72		25,003	720,420	1,081	46

Sumber : Perhitungan alternatif perbaikan

Dari perhitungan di atas didapatkan hasil waktu siklus pada hari Sabtu, hingga mencapai angka minus besar, hal ini disebabkan karena nilai arus rasio total mencapai 0,428 hal ini berpengaruh terhadap penentuan waktu siklus, apabila nilai arusnya hanya melebihi lebih sedikit, maka akan terjadi minus besar terhadap waktu siklusnya. Dari hasil diatas dapat disimpulkan bahwa waktu siklus yang dihasilkan tidak layak untuk diterapkan. Sedangkan untuk nilai derajat kejenuhan maksimum terjadi pada sore hari, nilai derajat kejenuhannya melebihi 0.75, yakni sebesar 1,081.

Tabel 5.11 Kinerja persimpangan bersinyal Senin 25 April 2016

Jam puncak	Pendekat	Arus lalu lintas (Q) (smp/jam)	Waktu hijau (detik)	Waktu siklus (c)	Tundaan rata-rata (det/kend)	Kapasitas (smp/jam)	Derajat Kejenuhan	Tundaan rata-rata (det/smp)
Pagi	T	271,6	7	71	42,913	355,916	0,763	47
	S	481,4	7		19,305	630,847	0,763	42
	B	1092,2	37		8,700	1431,264	0,763	21
	U	143,2	4		20,364	187,655	0,763	58
Siang	T	1458,1	75	171	7,116	1591,347	0,916	17
	S	1100,5	33		10,632	1201,068	0,916	23
	B	167,8	11		9,755	183,134	0,916	26
	U	604,2	36		20,699	659,414	0,916	34
Sore	T	1552,1	139	307	18,857	1624,773	0,955	47
	S	1049,9	55		18,664	1099,059	0,955	40
	B	176,4	20		20,399	184,660	0,955	53
	U	756,8	77		20,731	792,235	0,955	38

Sumber : Perhitungan alternatif perbaikan

Dari perhitungan di atas didapatkan hasil waktu siklus pada hari Minggu, hingga mencapai angka minus, hal ini disebabkan karena nilai arus rasio total mencapai 0,591, hal ini berpengaruh terhadap penentuan waktu siklus. Dari hasil diatas dapat disimpulkan bahwa waktu siklus yang dihasilkan tidak layak untuk diterapkan, Sedangkan untuk nilai derajat kejenuhan maksimum terjadi pada sore hari, nilai derajat kejenuhannya melebihi 0.75, yakni sebesar 0,955.

Tabel 5.12 Kinerja persimpangan bersinyal Rabu, 27 April 2016

Jam puncak	Pendekat	Arus lalu lintas (Q) (smp/jam)	Waktu hijau (detik)	Waktu siklus (c)	Tundaan rata-rata (det/kend)	Kapasitas (smp/jam)	Derajat Kejenuhan	Tundaan rata-rata (det/smp)
Pagi	T	131,8	3	47	9,747	226,034	0,583	28
	S	1036,1	13		8,313	1776,886	0,583	20
	B	131,8	4		33,020	226,034	0,583	31
	U	450,6	11		10,405	772,768	0,583	22
Siang	T	1352,2	850	664	15,189	3178,987	0,425	37
	S	1042,2	259		11,318	2450,185	0,425	25
	B	128,4	71		15,098	301,865	0,425	35
	U	640,2	316		11,238	1505,094	0,425	22
Sore	T	1470,6	111	257	12,804	1554,447	0,946	33
	S	1220,4	53		10,693	1289,982	0,946	27
	B	157,8	15		14,910	166,797	0,946	41
	U	719,8	62		14,726	760,840	0,946	27

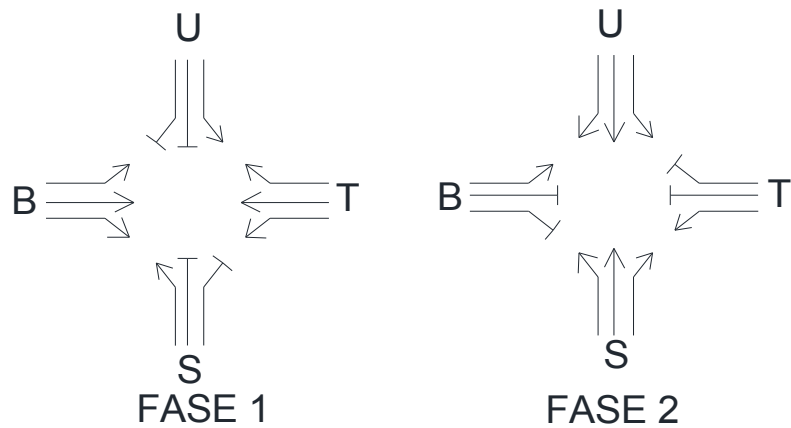
Sumber : Perhitungan alternatif perbaikan

Dari perhitungan di atas didapatkan hasil waktu siklus pada hari Senin, hingga mencapai angka hijau yang panjang, yakni mencapai 664 det pada sore hari. Dari hasil diatas dapat disimpulkan bahwa waktu siklus yang dihasilkan tidak layak untuk diterapkan, Sedangkan untuk nilai derajat kejenuhan maksimum terjadi pada sore hari, nilai derajat kejenuhannya melebihi 0.75, yakni sebesar 0,946, untuk selanjutnya alternatif yang sama dengan perencanaan geometrik.

5.3.2 Skenario 2

- Menggunakan 2 fase skenario eksisting

Untuk alternatif selanjutnya direncanakan 2 fase skenario 2 sesuai kondisi eksisting, dimana pada alternatif ini direncanakan kendaraan pada semua pendekat belok kiri jalan terus. Berikut ini adalah gambar perencanaan 2 fase skenario 2 dan hasil perhitungan dari alternatif 2 fase skenario 2 eksisting.



Gambar 5.5 Perencanaan 2 fase skenario 2 pada simpang empat Trunojoyo

Tabel 5.13 Kinerja persimpangan alternatif 2 fase skenario 2 eksisting pada pagi hari

<i>Kinerja persimpangan 2 fase pada pagi hari</i>							
Hari	Pendekat	Arus lalu lintas (Q) (smp/jam)	Waktu hijau (detik)	Waktu siklus (c)	Tundaan rata-rata (det/kend)	Panjang antrian (m)	Derajat Kejenuhan
Senin	T	411,2	12	31	8,761	21,062	0,333
	S	999	10		4,497	37,103	0,623
	B	388	12		11,497	22,157	0,389
	U	396,2	10		3,946	47,547	0,441
Rabu	T	367,2	12	31	4,349	55,475	0,297
	S	562,1	10		1,567	48,473	0,330
	B	134,7	12		1,989	22,745	0,151
	U	251	10		1,047	63,168	0,276
Sabtu	T	487,2	12	31	8,914	46,454	0,421
	S	666,2	10		2,323	41,142	0,419
	B	158,6	12		1,559	81,735	0,189
	U	359,2	10		3,078	44,128	0,421

Sumber : Perhitungan alternatif perbaikan

Tabel 5.14 Kinerja persimpangan alternatif 2 fase skenario 2 eksisting pada siang hari

Kinerja persimpangan 2 fase pada siang hari							
Hari	Pendekat	Arus lalu lintas (Q) (smp/jam)	Waktu hijau (detik)	Waktu siklus (c)	Tundaan rata-rata (det/kend)	Panjang antrian (m)	Derajat Kejenuhan
Senin	T	654,4	12	38	3,064	35,859	0,792
	S	722,2	16		6,761	24,670	0,789
	B	453,2	12		14,263	43,450	0,758
	U	511,2	16		17,040	36,033	0,766
Rabu	T	482,5	12	38	5,001	53,094	0,438
	S	911,9	16		8,282	65,112	0,410
	B	123	12		5,034	54,047	0,160
	U	248	16		2,083	87,083	0,203
Sabtu	T	706,9	12	38	11,182	49,017	0,644
	S	786,9	16		15,973	25,671	0,823
	B	205	12		15,892	71,247	0,270
	U	782,2	16		20,549	66,695	0,644

Sumber : Perhitungan alternatif perbaikan

Tabel 5.15 Kinerja persimpangan alternatif 2 fase skenario 2 eksisting pada sore hari

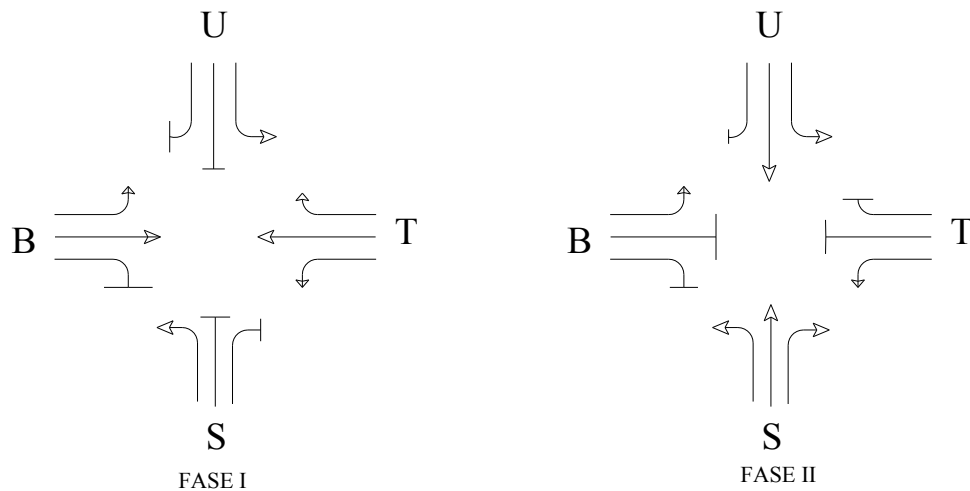
Kinerja persimpangan 2 fase pada sore hari							
Hari	Pendekat	Arus lalu lintas (Q) (smp/jam)	Waktu hijau (detik)	Waktu siklus (c)	Tundaan rata-rata (det/kend)	Panjang antrian (m)	Derajat Kejenuhan
Senin	T	882,2	18	44	6,918	51,384	0,787
	S	952,9	16		7,300	33,006	0,799
	B	177,2	18		18,768	98,470	0,246
	U	504	16		9,651	38,097	0,791
Rabu	T	809,2	18	44	6,918	51,384	0,787
	S	851,2	16		7,300	33,006	0,799
	B	244,2	18		18,768	98,470	0,246
	U	486,2	16		9,651	38,097	0,791
Sabtu	T	1050,6	18	44	10,761	64,197	0,815
	S	1402,3	16		19,360	51,017	0,847
	B	438,6	18		21,779	86,010	0,446
	U	457,6	16		13,803	68,863	0,442

Sumber : Perhitungan alternatif perbaikan

5.3.3 Skenario 3

- Skenario 3 menggunakan 2 fase skenario 2 eksisting.

Untuk alternatif selanjutnya direncanakan 2 fase skenario 3 sesuai kondisi eksisting, dimana pada alternatif ini direncanakan kendaraan pada pendekat barat belok kiri yang akan ke arah utara jalan terus. Berikut ini adalah gambar perencanaan 2 fase skenario 3 dan hasil perhitungan dari alternatif 2 fase skenario 3 eksisting.



Gambar 5.6 Perencanaan 2 fase skenario 3 pada simpang empat Trunojoyo

Tabel 5.16 Kinerja persimpangan alternatif 3 fase skenario 3 eksisting pada pagi hari

Kinerja persimpangan 2 fase pada pagi hari

Hari	Pendekat	Arus lalu lintas (Q) (smp/jam)	Waktu hijau (detik)	Waktu siklus (c)	Tundaan rata-rata (det/kend)	Panjang antrian (m)	Derajat Kejenuhan
Senin	T	140	5	26	0,428	29,166	0,325
	S	615,2	11		1,175	39,777	0,380
	B	96	5		1,632	22,143	0,380
	U	366,2	11		1,884	33,709	0,440
Rabu	T	134,7	4	41	9,120	11,231	0,641
	S	562,1	9		4,282	30,361	0,641
	B	134,7	6		35,158	17,832	0,641
	U	351	12		6,947	32,655	0,641
Sabtu	T	158,6	4	41	9,455	12,371	0,663
	S	615,2	10		4,237	31,179	0,663
	B	158,6	7		9,451	19,335	0,663
	U	367,4	12		6,642	32,254	0,663

Sumber : Perhitungan alternatif perbaikan

Tabel 5.17 Kinerja persimpangan alternatif 3 fase skenario 3 eksisting pada siang hari

Kinerja persimpangan 2 fase pada siang hari

Hari	Pendekat	Arus lalu lintas (Q) (smp/jam)	Waktu hijau (detik)	Waktu siklus (c)	Tundaan rata-rata (det/kend)	Panjang antrian (m)	Derajat Kejenuhan
Senin	T	525,2	13	53	2,446	36,956	0,867
	S	654,4	11		6,136	32,023	0,867
	B	182,4	8		10,390	20,966	0,867
	U	362,8	12		12,383	31,019	0,867
Rabu	T	482,5	12	45	5,249	35,748	0,747
	S	644,9	10		6,442	32,116	0,747
	B	123	5		14,228	14,975	0,747
	U	248	8		3,882	21,907	0,747
Sabtu	T	896,8	12	45	13,684	162,208	1,084
	S	676,9	10		12,942	90,967	1,084
	B	205	5		18,184	82,473	1,084
	U	475,8	8		21,148	118,751	1,084

Sumber : Perhitungan alternatif perbaikan

Tabel 5.18 Kinerja persimpangan alternatif 3 fase skenario 3 eksisting pada sore hari

Kinerja persimpangan 2 fase pada sore hari

Hari	Pendekat	Arus lalulintas (Q) (smp/jam)	Waktu hijau (detik)	Waktu siklus (c)	Tundaan rata-rata (det/kend)	Panjang antrian (m)	Derajat Kejenuhan
Senin	T	649,4	16	62	7,548	55,458	1,006
	S	702,2	12		11,871	41,325	1,006
	B	177,2	8		21,224	46,446	1,006
	U	504	16		13,226	60,484	1,006
Rabu	T	629,6	15	60	5,180	46,676	0,994
	S	754,5	12		6,209	36,258	0,994
	B	167,5	7		15,682	41,501	0,994
	U	486,2	16		9,342	51,706	0,994
Sabtu	T	947,3	28	85	8,820	261,358	1,149
	S	761,1	15		9,454	152,125	1,149
	B	218,2	11		21,587	117,376	1,149
	U	517,6	20		14,988	186,873	1,149

Sumber : Perhitungan alternatif perbaikan

5.4 Analisa untuk Alternatif yang Direkomendasikan

Dari hasil pengamatan di lapangan sebelumnya, penyebab dari tundaan dan antrian yang panjang adalah karena banyaknya jumlah kendaraan yang melintas pada simpang tersebut dan volume maksimum mencapai nilai diatas didapatkan hasil antrian dan tundaan maksimum yang tinggi, dimana dari arah selatan ke timur adalah arus yang paling sering di lalui kendaraan. Banyaknya jumlah kendaraan yang lewat diprediksi dapat disebabkan oleh beberapa faktor, yakni jalur tersebut adalah jalur lokal primer, terdapat stasiun, banyaknya pertokoan di sekitar simpang tersebut sehingga terjadi arus yang cukup besar. Simpang tersebut merupakan simpang tak bersinyal sehingga tidak ada yang mengatur lalulintas tersebut pada saat kendaraan melintasi simpang. Hal ini menyebabkan tundaan yang cukup lama terutama pada

pendekat barat karena pendekat barat merupakan jalan minor dan pada jalan ini kendaraan yang melintas lebih sedikit jika dibandingkan dengan kendaraan yang melintas pada jalan utama sehingga kendaraan tersebut akan kesulitan menyebrang ke pendekat timur. Apabila dari arah pendekat selatan tidak ada yang mengalah, maka kendaraan pada pendekat barat akan mengalami tundaan yang cukup lama. Akan tetapi tundaan yang terjadi pada pendekat selatan adalah tundaan yang paling tinggi karena panjangnya antrian yang terjadi. Sehingga untuk kendaraan yang mengantri paling belakang akan mengalami waktu tundaan yang cukup lama.

Setelah mengetahui kinerja dari simpang tersebut, langkah selanjutnya adalah merencanakan alternatif perbaikan seperti yang telah dilakukan pada pembahasan sebelumnya. Dari perhitungan-perhitungan tersebut didapatkan hasil sebagai berikut :

1. Setelah dicoba merencanakan skenario 1 dengan 4 fase eksisting, pada skenario ini direncanakan LTOR pada semua pendekat. Pada alternatif ini diperoleh hasil waktu siklus pada pagi hari sebesar 47 detik, siang hari 66 detik, dan sore hari 71 detik. Panjang antrian maksimum yang diperoleh adalah 216.877 m dan tundaan rata-rata maksimum adalah 28,612 det/kend dengan tingkat pelayanan C, sedangkan untuk untuk derajat kejenuhan maksimum sebesar 1,081. Untuk lengan arus tertinggi yaitu lengan Timur dengan arus lalu lintas sebesar 1783,2 smp/jam dan terjadi pada pukul 16.15 – 17.15.
2. Setelah dicoba merencanakan skenario 2 dengan 2 fase eksisting, pada skenario direncanakan LTOR pada semua pendekat. Pada alternatif ini diperoleh hasil waktu

siklus pada pagi hari sebesar 31 detik, siang hari 38 detik, dan sore hari 44 detik. Panjang antrian maksimum yang diperoleh adalah 98,470 m dan tundaan rata-rata maksimum adalah 21.779 det/kend dengan tingkat pelayanan C, sedangkan untuk untuk derajat kejenuhan maksimum sebesar 0,847. Untuk lengan arus tertinggi yaitu lengan selatan dengan arus lalu lintas sebesar 1402,3 smp/jam dan terjadi pada pukul 16.15 – 17.15.

3. Menggunakan lampu isyarat lalulintas dengan 2 fase skenario 3

Pada skenario 3 ini direncanakan kendaraan dari pendekat utara dan barat dilarang belok kanan. Pada alternatif ini diperoleh hasil waktu siklus 41 pada pagi hari, siang hari 53 detik, dan sore hari 85 detik. Panjang antrian maksimum yang diperoleh adalah 261.358 m dan tundaan rata-rata maksimum adalah 21.587 det/kend dengan tingkat pelayanan C. Untuk lengan arus tertinggi yaitu lengan timur dengan arus lalu lintas sebesar 947,3 smp/jam dan terjadi pada pukul 16.15 – 17.15.

5.19 Perbandingan Nilai Derajat Kejenuhan (DS) Dengan Perencanaan Lampu

Lalulintas Eksiting

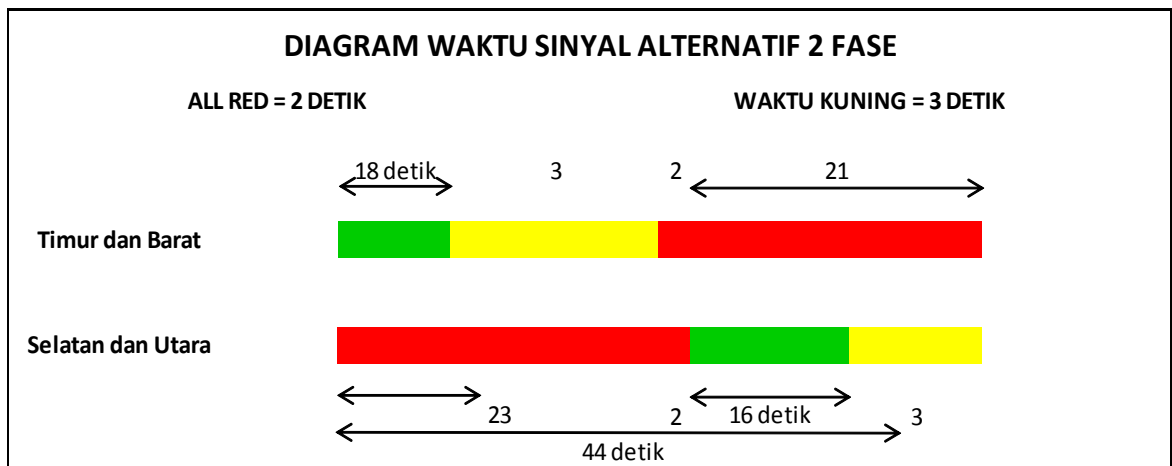
No	Kondisi	Waktu	derajat kejenuhan	panjang antrian	tundaan det/kend	Kolerasi	Keterangan
1	eksisting	Sabtu sore	1,296	221,083	50,710	nilai DS eksiting	tidak layak
2	alternatif perencanaan lampu lalulintas 4 fase skenario 1	Sabtu sore	1,081	210,911	25,003	nilai DS lebih kecil dari eksisting tetapi lebih dari 0.85 dan tundaan rata-rata 25,003 dengan tingkat pelayanan D	tidak layak
3	alternatif perencanaan lampu lalulintas 2 fase skenario 2	Sabtu sore	0,847	98,47	21,779	nilai DS lebih kecil dari eksisting dan lebih kecil dari 0.85 dan tundaan rata-rata 21,779 dengan tingkat pelayanan C	layak
4	alternatif perencanaan lampu lalulintas 2 fase skenario 3	Sabtu sore	1,149	117,376	21,587	nilai DS lebih kecil dari eksisting tetapi lebih dari 0.85 dan tundaan rata-rata 21,587 dengan tingkat pelayanan C	tidak layak
5	alternatif perencanaan lampu lalulintas 2 fase skenario 4, tidak diperlebar	Sabtu sore	0,856	67,325	47,264	nilai DS lebih kecil dari eksisting dan lebih kecil dari 0.85 dan tundaan rata-rata 47,264 dengan tingkat pelayanan E	tidak layak

5.5 Rekomendasi yang Dipilih

Setelah direncanakan alternatif perbaikan untuk meningkatkan kinerja simpang patimura - trunojoyo, selanjutnya adalah merekomendasikan alternatif yang terbaik dari ketiga alternatif tersebut. Pada perencanaan simpang bersinyal direncanakan 2 fase dan 4 fase. Dari ketiga perencanaan fase tersebut didapatkan hasil tundaan rata-rata, panjang antrian dan waktu siklus. Dari beberapa alternatif yang telah direncanakan dan hasil yang telah diperoleh dipilih alternatif kedua, yakni alternatif 2 fase dengan skenario 2 pergerakkan arus seperti pada Gambar 5.5. Dengan menggunakan 2 fase, maka waktu siklus yang dihasilkan lebih pendek

dibandingkan dengan fase 4. Hal ini dapat mempengaruhi panjang antrian dan tundaan.

Pada alternatif kedua hasil dari tundaan dan panjang antrian lebih pendek dari pada alternatif pertama sehingga dipilih alternatif kedua sebagai alternatif terbaik untuk perencanaan lampu lalu lintas dengan 2 skenario 2 fase eksisting ini diketahui derajat kejenuhan tertinggi yaitu 0,847, tundaan rata-rata maksimum 21,779 det/kend dengan tingkat pelayanan C, dan panjang antrian maksimum 98,470 m. Berikut ini merupakan perencanaan waktu sinyal dari alternatif skenario 2 dengan 2 fase kondisi eksisting.



Sumber: Perhitungan siklus untuk lampu isyarat lalu lintas

Gambar 5.7 Diagram waktu sinyal lalu lintas

Tabel 5.20 Hasil perhitungan waktu sinyal lampu isyarat lalulintas

No	Data	Fase 1	Fase 2
1	Lampu Hijau	18	16
2	Lampu Merah	23	25
3	Lampu Kuning	3	3
4	Waktu Siklus	44	44

Data diatas merupakan data hasil dari perhitungan waktu sinyal lampu isyarat lalulintas yang telah direncanakan pada masing-masing fase. Untuk diagram waktu sinyal lalulintas diatas merupakan pengaturan waktu hijau, merah dan kuning. Untuk waktu kuning direncanakan 3 detik. Sedangkan untuk waktu merah semua (*allred*) 2 detik dimana waktu *all red* ini didapatkan dari hasil perhitungan SIG-III.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan lalulintas kondisi saat ini (eksisting) dan hasil perhitungan alternatif perbaikan dapat diperoleh kesimpulan :

1. Karakteristik lalu lintas total persimpangan :

Arus lalu lintas total persimpangan yaitu berkisar antara 6144 kend per jam – 9831 kendaraan per jam, hasil tersebut menunjukkan bahwa arus lalu lintas pada simpang tak bersinyal Jl. Patimura – Jl. Trunojoyo Kota Malang sudah melampaui 750 kendaraan/jam selama 9 jam yang merupakan salah satu kriteria pemasangan lampu lalu lintas, dan hasil ini juga menunjukkan bahwa simpang tersebut perlu dilakukan pemasangan traffic light atau lampu pengatur lalu lintas. Derajat kejenuhan persimpangan sebelum dilakukan pemasangan lampu lalu lintas yaitu sebesar 0,583 hingga 1,081 hasil tersebut menunjukkan bahwa derajat kejenuhan persimpangan pada simpang tak bersinyal Jl. Patimura – Jl. Trunojoyo Kota Malang sudah melampaui 0,85 yang seharusnya nilai derajat kejenuhan tidak melebihi 85 % kapasitas. Hasil ini menunjukkan bahwa kinerja simpang sudah tidak mampu melayani arus lalu lintas dengan baik terutama pada periode siang dan sore hari.

2. Kondisi kinerja eksisting simpang didapatkan tundaan rata-rata maksimum yang terjadi pada simpang tersebut sebelum dilakukan pemasangan lampu lalu lintas yaitu sebesar 42,913 det/kend yang berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor : PM 96 Tahun 2015, tundaan sebesar 42,913 det/kend termasuk dalam kategori E yaitu diantara 40 – 60 det/kend, yang berarti bahwa kondisi tingkat pelayanan kategori E arus tidak stabil dengan volume lalu lintas mendekati kapasitas jalan dan kecepatan sangat rendah, kepadatan lalu lintas tinggi, pengemudi mulai merasakan kemacetan-kemacetan pendek.
3. Dari beberapa alternatif yang direncanakan, dipilih alternatif pemasangan lampu isyarat lalu lintas skenario 2 dengan 2 fase pada kondisi eksisting. Tundaan maksimum yang diperoleh dari perhitungan pada alternatif ini sebesar 21,779 det/kend, dan panjang antrian maksimum 98,470 m. Alternatif ini dipilih karena tingkat pelayanan yang diperoleh C, dan nilai derajat kejenuhan $< 0,85$, pada perempatan trunojoyo ini merupakan jalan lokal primer, dimana tingkat pelayanan yang diminimalkan menurut PM NO 96 adalah C. Dari hasil perhitungan diperoleh waktu siklus yaitu 44 detik.

6.2 Saran

Dari beberapa kesimpulan yang sudah di peroleh, maka dapat diberikan saran yaitu sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan pemasangan traffic light dengan setting lampu yang sudah direkomendasikan yaitu menggunakan setting lampu 2 fase.
2. Untuk penelitian selanjutnya, diharapkan untuk melakukan survei dengan teliti. Misalnya dalam pengambilan data, tata cara survei harus sistematis, pendataan kebutuhan jumlah surveyor maupun peralatan survei yang memadai. Juga untuk mempertimbangkan solusi alternatif lain yang lebih maksimal.
3. Untuk pengendara diharapkan memiliki kesadaran untuk disiplin dalam mematuhi peraturan lalulintas demi keselamatan dan kelacaran berlalulintas.
4. Untuk Pemerintah Kota Malang agar tidak memperpanjang ijin tempat usaha/toko di lokasi simpang.